

**PENGEMBANGAN MESIN PENETAS TELUR
SEBAGAI APLIKASI MATERI SUHU DAN KALOR**

SKRIPSI

**Diajukan Untuk Melengkapi Tugas-tugas dan Memenuhi Syarat-syarat
Guna Memperoleh Gelar Sarjana Pendidikan (S.Pd)
Dalam Ilmu Fisika**

Oleh:
RIKI KUNDOWO
NPM 1311090081

Jurusan : Pendidikan Fisika



**FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI RADEN INTAN
LAMPUNG
1439 H/ 2017 M**

**PENGEMBANGAN MESIN PENETAS TELUR
SEBAGAI APLIKASI MATERI SUHU DAN KALOR**

SKRIPSI

**Diajukan Untuk Melengkapi Tugas-tugas dan Memenuhi Syarat-syarat
Guna Memperoleh Gelar Sarjana Pendidikan (S.Pd)
Dalam Ilmu Fisika**



Oleh :
RIKI KUNDOWO
NPM 1311090081

Jurusan : Pendidikan Fisika

**Pembimbing I : Sri Latifah, M.Sc
Pembimbing II : Welly Anggraini, M.Si**

**FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI RADEN INTAN
LAMPUNG
1439 H/ 2017 M**

ABSTRAK

PENGEMBANGAN MESIN PENETAS TELUR SEBAGAI APLIKASI MATERI SUHU DAN KALOR

**Oleh
Riki Kundowo**

Penelitian ini dilatarbelakangi oleh belum dikembangkannya media pembelajaran berupa alat peraga yang mampu meningkatkan kemampuan *generic skill* peserta didik. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan mesin penetas telur sebagai aplikasi materi suhu dan kalor, mengetahui kelayakan dari mesin penetas telur sebagai aplikasi materi suhu dan kalor, dan mengetahui respon pendidik dan peserta didik terhadap mesin penetas telur sebagai aplikasi materi suhu dan kalor.

Penelitian ini merupakan jenis penelitian *Research and Development* (R&D) menggunakan model penelitian ADDIE. Penelitian dilakukan sampai pada tahap keempat meliputi *analysis, design, develop, dan implementation*.

Penelitian ini menghasilkan produk berupa mesin penetas telur sebagai aplikasi materi suhu dan kalor, dan hasil kelayakan mesin penetas telur sebagai aplikasi materi suhu dan kalor antara lain: ahli media 83,44%, dan ahli materi 86,64%, dikriteriakan sangat layak. Tenaga Pendidik memberikan respon yang positif dengan persentase 94,37%. Respon peserta didik antara lain: uji coba perorangan 80%, uji coba kelompok kecil 80,25%, dan uji coba lapangan 93,76% ketiga hasil uji coba memberikan respon yang positif. Pengembangan mesin penetas telur sebagai aplikasi materi suhu dan kalor sangat layak dan mendapatkan respon positif.

Kata Kunci : Kalor, Mesin Penetas Telur, Pengembangan, dan Suhu.



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI RADEN INTAN LAMPUNG
FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN

Jl. Let. Kol H. Endro Suratmin Sukarame Bandar Lampung Telp. 0721 703260

PERSETUJUAN

Judul Skripsi : **PENGEMBANGAN MESIN PENETAS TELUR SEBAGAI
APLIKASI MATERI SUHU DAN KALOR**

Nama : Riki Kundowo
NPM : 1311090081
Fakultas : Tarbiyah dan Keguruan
Jurusan : Pendidikan Fisika

MENYETUJUI

Untuk Dimunaqosyahkan dan Dipertahankan dalam Sidang Munaqosyah
Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Raden Intan Lampung

Pembimbing I

Sri Latifah, M.Sc
NIP. 197903212011012003

Pembimbing II

Welly Anggraini, M.Si

Ketua
Jurusan Pendidikan Fisika

Dr. Yuberti, M.Pd
NIP. 197709202006042011



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI RADEN INTAN LAMPUNG
FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN

Jl. Let. Kol H. Endro Suratmin Sukarame Bandar Lampung Telp. 0721 703260

PENGESAHAN

Skripsi dengan judul : **PENGEMBANGAN MESIN PENETAS TELUR SEBAGAI APLIKASI MATERI SUHU DAN KALOR** Disusun oleh **RIKI KUNDOWO, NPM.**

1311090081, Jurusan: Pendidikan Fisika, telah diujikan dalam sidang Munaqosyah

Fakultas Tarbiyah dan Keguruan pada hari/tanggal: Kamis, 4 Januari 2018

TIM MUNAQOSYAH

Ketua Sidang : **Dr. Yuberti, M.Pd**

Sekretaris : **Happy Komikesari, M.Si**

Penguji Utama : **Indra Gunawan, M.T**

Penguji Pendamping I : **Sri Latifah, M.Sc**

Penguji Pendamping II: **Welly Anggraini, M.Si**

Dekan,

Fakultas Tarbiyah dan Keguruan

Dr. H. Chairul Anwar, M.Pd

NIP. 195608101987031001



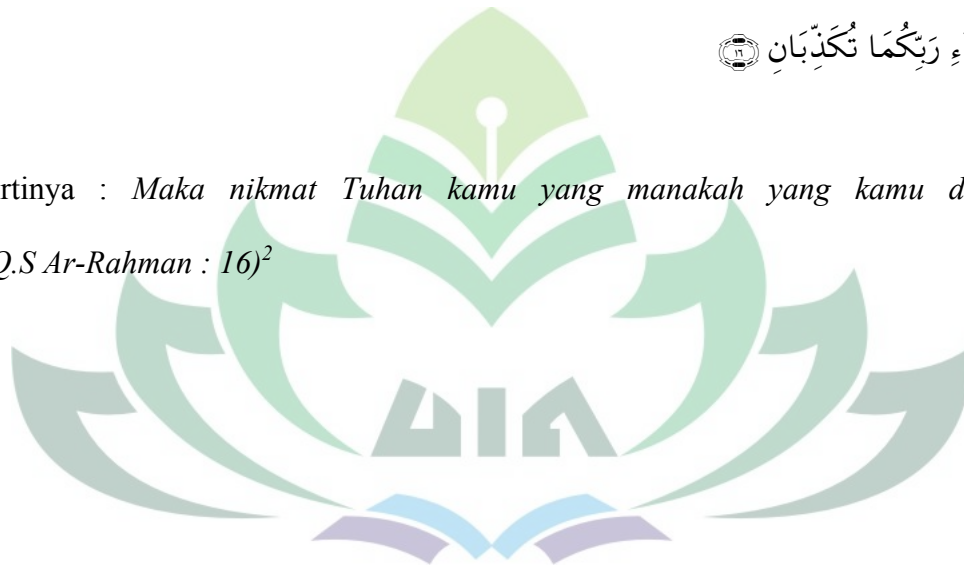
MOTTO

أَفَرَأَيْتُمُ النَّارَ الَّتِي تُورُونَ ﴿٧١﴾

Artinya : *Maka Terangkanlah kepadaku tentang api yang kamu nyalakan (dengan menggosok-gosokkan kayu).* (Q.S Al-Waqiah : 71)¹

فَبِأَيِّ آلَاءِ رَبِّكُمَا تُكَذِّبَانِ ﴿١٦﴾

Artinya : *Maka nikmat Tuhan kamu yang manakah yang kamu dustakan?* (Q.S Ar-Rahman : 16)²



¹Al-Quran (Surat Al-Waqiah Surat ke 56 Ayat 71)

²Al-Quran (Surat Ar-Rahman Surat ke 55 Ayat 16)

PERSEMBAHAN

Alhamdulillahirobbill'alamin, puji syukur peneliti haturkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, taufiq, hidayah, serta karunia-Nya. Dengan ketulusan hati peneliti persembahkan ini kepada:

1. Kedua orang tuaku tercinta, Bapak Suyoto dan Ibu Alminah Kariyah yang telah membesarkan, membimbing, memberikan motivasi, selalu mendo'akan anak-anaknya dan mencurahkan kasih sayang yang tidak mungkin bisa untuk membalas jasa-jasanya.
2. Kepada Adikku Tiara Alya Anjani yang senantiasa memberi keceriaan, mendoakan dan memberikan motivasi kepada peneliti dalam menyelesaikan pendidikan di UIN Raden Intan Lampung.

RIWAYAT HIDUP

Peneliti dilahirkan di Desa Simpang Kebas, Kecamatan Sekincau, Kabupaten Lampung Barat, pada 27 April 1995 dari pasangan ayahanda Suyoto dan ibunda Alminah Kariyah yang merupakan anak pertama dari dua bersaudara.

Pendidikan Peneliti dimulai dari Taman Kanak-kanak Darma Wanita yang diselesaikan pada tahun 2000. Melanjutkan sekolah tingkat dasar di SD N 1 Sekincau, SD N 2 Sekincau yang diselesaikan pada tahun 2007. Melanjutkan ke Madrasah Tsanawiyah di MTS Nurul Iman Sekincau yang diselesaikan pada tahun 2010. Melanjutkan ke Madrasah Aliyah di MA Nurul Iman Sekincau Lampung Barat yang diselesaikan pada tahun 2013.

Peneliti diterima di Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung Jurusan Pendidikan Fisika pada tahun 2013. Peneliti aktif dalam kegiatan Himpunan Mahasiswa Fisika pada tahun 2015. Peneliti melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di desa Rukti Harjo Kecamatan Seputih Raman Kabupaten Lampung Tengah. Peneliti melaksanakan Praktik Pengalaman Lapangan (PPL) di SMA Negeri 2 Bandar Lampung.

KATA PENGANTAR

Alhamdulillahirobbil'alamin, puji syukur kehadiran Allah SWT, karena rahmat dan hidayahnya maka peneliti dapat menyelesaikan skripsi dengan judul Pengembangan Mesin Penetas Telur Sebagai Aplikasi Materi Suhu dan Kalor. Sholawat dan salam semoga selalu senantiasa terlimpahkan kepada Nabi Muhammad SAW, para keluarga, sahabat serta umatnya yang setia pada titah dan cintanya.

Penyusunan skripsi ini bertujuan untuk memenuhi salah satu persyaratan dalam menyelesaikan program Strata Satu (S1) jurusan Pendidikan Fisika, Fakultas Tarbiyah dan Keguruan, Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung guna memperoleh gelar Sarjana Pendidikan. Atas bantuan dari semua pihak dalam menyelesaikan skripsi ini, peneliti mengucapkan banyak terimakasih kepada:

1. Bapak Dr. H. Chairul Anwar, M.Pd selaku Dekan Fakultas Tarbiyah dan Keguruan Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung, dan Ibu Dr. Yuberti, M.Pd selaku ketua program studi Pendidikan Fisika.
2. Ibu Sri Latifah, M.Sc selaku sekretaris program studi Pendidikan Fisika dan selaku pembimbing I dan Ibu Welly Anggraini, M.Si selaku pembimbing II, terimakasih atas bimbingan, kesabaran, dan pengorbanan sehingga skripsi ini dapat terselesaikan.
3. Bapak dan Ibu dosen Fakultas Tarbiyah dan Keguruan terkhusus Bapak dan Ibu dosen Pendidikan Fisika yang telah mendidik dan memberikan ilmu pengetahuan kepada peneliti selama menuntut ilmu.

4. Kepala Sekolah SMK N 1 Pagar Dewa, SMK N 1 Kebun Tebu dan SMK Miftahul Ulum yang telah memberikan izin penelitian dan bantuan hingga terselesainya skripsi ini.
5. Umi, Kak Jeki, Ayuk Melisa Indriani, Kak Belli Riyadi, Siti Ratmanah, dan Asep Dwi Purwoto yang telah memberi motivasi juga semangat dalam segala kebaikan. Teman-teman Pendidikan Fisika angkatan 2013 yang tak bisa peneliti sebutkan satu persatu.
6. Kelompok KKN dan Kelompok PPL. Terimakasih atas kebersamaan dan keceriaan selama ini.
7. Semua pihak yang tak mungkin disebutkan satu persatu, terimakasih banyak atas semuanya.
8. Almamaterku tercinta Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung, tempatku tercinta dalam menempuh studi dan menimba ilmu pengetahuan.

Peneliti berharap semoga Allah SWT membalas amal dan kebaikan atas semua bantuan dan partisipasi semua pihak dalam menyelesaikan skripsi ini. Namun peneliti menyadari keterbatasan kemampuan yang ada pada diri peneliti. Untuk itu segala saran dan kritik yang bersifat membangun sangat peneliti harapkan. Akhirnya semoga skripsi ini berguna bagi diri peneliti khususnya dan pembaca pada umumnya. Amin

Bandar Lampung, Oktober 2017

Riki Kundowo
NPM. 1311090081

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
ABSTRAK	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iv
MOTTO	v
PERSEMBAHAN.....	vi
RIWAYAT HIDUP	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB I PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang Masalah.....	1
B. Identifikasi Masalah.....	10
C. Batasan Masalah.....	10
D. Rumusan Masalah	11
E. Kegunaan Penelitian.....	11
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
A. Konsep Pengembangan Model	
1. Model Borg <i>and</i> Gall	13
2. Thiagarajan.....	14
3. Robert Maribe Brach.....	15
4. Model Richey <i>and</i> Klein	16
5. Model Dick <i>and</i> Carey	17
B. Acuan Teoritik	
1. Media Pembelajaran.....	18

2. Mesin Penetas Telur	20
3. Pengertian Suhu	21
4. Pengertian Kalor.....	26
C. Penelitian yang Relevan.....	36
D. Desain Model	37
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	
A. Tujuan Penelitian	40
B. Tempat dan Waktu Penelitian	40
C. Karakteristik Sasaran Penelitian	40
D. Pendekatan dan Metode Penelitian	41
E. Langkah-langkah Pengembangan Model	
1. <i>Analysis</i>	42
2. <i>Design</i>	43
3. <i>Development</i>	45
4. <i>Implementation</i>	49
F. Pengumpulan Data dan Analisis Data	
1. Pengumpulan Data	
a. Wawancara Pra Penelitian.....	50
b. Instrumen Validasi Produk.....	51
c. Kuesioner Respon Peserta Didik.....	51
d. Dokumentasi	51
2. Analisis Data	
a. Analisis Angket Validasi.....	52
b. Analisis Data Respon Peserta Didik.....	53
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	
A. Hasil Pengembangan Model	55
B. Kelayakan Model	55
1. <i>Analysis</i>	55
2. <i>Design</i>	56

3. <i>Develop</i>	
a. Validasi Media.....	57
b. Validasi Materi.....	60
c. Revisi Desain	62
4. <i>Implementation</i>	
a. Respon Tenaga Pendidik.....	64
b. Respon Peserta Didik	
1) Uji Coba Perorangan.....	68
2) Uji Coba Kelompok Kecil	69
3) Uji Coba Lapangan	70
C. Pembahasan.....	71
BAB V KESIMPULAN, IMPLIKASI DAN SARAN	
A. Kesimpulan	77
B. Implikasi.....	78
C. Saran.....	78
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1

Lampiran 1.1 Kisi-kisi Validasi Media.....	82
Lampiran 1.2 Instrumen Validasi Media	83
Lampiran 1.3 Kisi-kisi Instrumen Validasi Materi	102
Lampiran 1.4 Instrumen Validasi Materi.....	103
Lampiran 1.7 Kisi-kisi Instrumen Respon Pendidik.....	118
Lampiran 1.8 Instrumen Respon Pendidik.....	119
Lampiran 1.9 Kisi-kisi Instrumen Uji Coba.....	129
Lampiran 1.10 Instrumen Uji Coba	130

Lampiran 2

Lampiran 2.1 Data Hasil Penilaian Ahli Media.....	165
Lampiran 2.2 Data Hasil Penilaian Ahli Materi	166
Lampiran 2.4 Rekapitulasi Hasil Penilaian Tenaga Pendidik.....	167
Lampiran 2.5 Analisis Hasil Uji Coba Perorangan.....	168
Lampiran 2.6 Analisis Hasil Uji Coba Kelompok Kecil.....	169
Lampiran 2.7 Analisis Hasil Uji Coba Lapangan	170

Lampiran 3

Lampiran 3.1 Nota Dinas Bimbingan Skripsi.....	173
Lampiran 3.3 Surat Pernyataan Validasi Instrumen Validasi Materi.....	175
Lampiran 3.4 Surat Pernyataan Validasi Instrumen Validasi Media.....	176
Lampiran 3.6 Surat Pernyataan Validasi Instrumen Tenaga Pendidik.....	177
Lampiran 3.7 Surat Pernyataan Validator Media.....	178
Lampiran 3.9 Surat Pernyataan Validator Materi	181
Lampiran 3.10 Surat Permohonan Mengadakan Pra Penelitian.....	183
Lampiran 3.11 Surat Permohonan Mengadakan Penelitian.....	186
Lampiran 3.12 Surat Balasan Penelitian	189
Lampiran 3.13 Kartu Konsultasi Bimbingan Skripsi.....	195

Lampiran 4

Lampiran 4.1 Kisi-kisi Instrumen Analisis Kebutuhan Media Pembelajaran.....	192
Lampiran 4.2 Instrumen Pra Penelitian.....	193

Lampiran 4.3 Analisis Hasil Pra Penelitian	194
Dokumentasi	197



BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Seiring dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi di dunia ini sangatlah cepat, maka tidak dikhawatirkan jika manusia akan semakin mudah untuk mencari dan memanfaatkan semua teknologi serta bisa mengumpulkan informasi yang terbaru. Perkembangan ini menuntut manusia untuk bisa berpikir lebih maju dalam segala aspek agar tidak tertinggal zaman. Salah satu bidang yang memiliki kemajuan dan dampak perkembangan yang cukup pesat adalah pada pengetahuan-pengetahuan teknologi dan bidang pendidikan. Pada mulanya pendidikan merupakan salah satu proses komunikasi dan informasi antara tenaga pendidik dan peserta didik yang membahas informasi-informasi pendidikan, bahkan dapat dikatakan unsur-unsur pendidikan yaitu sumber informasi, media sebagai tempat menuangkan ide-ide, gagasan dan materi pendidikan serta peserta didik itu sendiri.

Pendidikan pada hakikatnya merupakan kegiatan yang dilakukan oleh anak didik yang berakibat terjadinya perubahan pada diri pribadinya. Prinsip ini mengandung arti bahwa yang harus diutamakan adalah “kegiatan belajar anak didik” dan bukannya “sesuatu yang diberikan kepada anak didik”. Hal ini bila dilaksanakan secara konsekuen akan mempengaruhi peranan guru, kurikulum, organisasi sekolah, jadwal, penilaian, dan lain-lain. Dalam rangka kurikulum 1975, “perubahan pada diri” anak didik dijabarkan sebagai perubahan yang tampak dan dapat diukur.¹

¹Yusufhadi Miarso, *Menyemai Benih Teknologi Pendidikan Edisi Kedua* (Jakarta: Prenadamedia Group, 2004), h.8.

Pendidikan adalah usaha sadar terencana untuk mewujudkan suasana belajar dan proses pembelajaran agar peserta didik secara aktif mengembangkan potensi dirinya untuk memiliki kekuatan spiritual keagamaan, pengendalian diri, kepribadian, kecerdasan, akhlak mulia, serta keterampilan yang diperlukan dirinya, masyarakat, bangsa, dan negara.²

Allah SWT menegaskan dalam Al-Qur'an serta memerintahkan kepada manusia untuk selalu menuntut ilmu dengan penuh ketekunan dan bertanya kepada orang-orang yang berilmu sebagaimana dalam firman Allah dalam Q.S Al-Mujadalah ayat 11.

يٰۤاَيُّهَا الَّذِيْنَ ءَامَنُوْا اِذَا قِيْلَ لَكُمْ تَفَسَّحُوْا فِى الْمَجٰلِسِ فَلَفْسَحُوْا ۖ اِنَّكُمْ لَكُمْ وَاِذَا قِيْلَ اَنْشُرُوْا فَاَنْشُرُوْا ۚ يَّرْفَعُ اللّٰهُ الَّذِيْنَ ءَامَنُوْا مِنْكُمْ وَالَّذِيْنَ اُوتُوا الْعِلْمَ دَرَجٰتٍ ۚ وَاللّٰهُ بِمَا تَعْمَلُوْنَ خَبِيْرٌ

Artinya : *“Wahai orang-orang yang beriman! Apabila dikatakan kepadamu, “Berilah kelapangan di dalam majelis-majelis, “maka lapangkanlah, niscaya Allah akan memberi kelapangan untukmu,. Dan apabila dikatakan, “Berdirilah kamu,” maka berdirilah, niscaya Allah akan mengangkat (derajat) orang-orang yang beriman diantaramu dan orang-orang yang diberi ilmu beberapa derajat. Dan Allah Maha Teliti apa yang kamu kerjakan. (QS. Al-Mujadalah : 11).³*

Dari ayat di atas dapat dijelaskan bahwa sebagai umat islam wajib untuk menuntut ilmu dan ketika seseorang menuntut ilmu, maka derajat dan martabat

²Undang-Undang No. 20 Tahun 2003 tentang Sistem Pendidikan Nasional Pasal 2, ayat 1 Online ; kelembagaan.riset.dikti.go.id/wp-content/uploads/2016/08/UU_no_20_th_2003.pdf (diakses 21 Desember 2016).

³Al-Qur'an Surat (Al-Mujadalah Surat ke 58 Ayat 11).

orang tersebut akan diangkat lebih tinggi oleh Allah SWT. Hal ini dikarenakan selain untuk membekali peserta didik dengan ilmu juga dapat menciptakan peserta didik yang dapat memahami pengetahuan dan teknologi.

Pengetahuan dan teknologi saat ini sangat dibutuhkan pada program pemberdayaan masyarakat dan meningkatkan kesejahteraan karena tidak hanya mengandalkan konvensional saja.⁴ Kondisi yang seperti ini maka diperlukan suatu kemampuan memperoleh, memilih dan informasi yang diolah. Tentunya kemampuan-kemampuan tersebut membutuhkan pemikiran yang kritis, logis, sistematis dan kreatif. Untuk dapat meningkatkan potensi-potensi yang baik dan memiliki nilai yang sangat tinggi maka perlu mengembangkan dengan kegiatan atau usaha yang berkaitan dengan teknologi.

Teknologi adalah penggunaan unsur-unsur praktis secara rasional untuk mencapai tujuan tertentu.⁵ Penggunaan teknologi oleh manusia diawali dengan pengubahan sumber daya alam yang menjadi alat-alat sederhana. Oleh karena itu diperlukanlah usaha mengembangkan kemampuan pemikiran yang kritis, logis, sistematis, dan kreatif pada peserta didik melalui media pembelajaran yang dapat menghasilkan suatu alat yang dapat mengasah keterampilan peserta didik.

Media dianggap sebagai alat bantu mengajar guru (*teaching aids*). Alat bantu yang dipakai adalah alat bantu visual, misalnya gambar, model, objek dan

⁴Andjar Prasetyo dan Anugrah Yuka Asmara. "Implementasi Program Pelatihan Pemberdayaan Perempuan berbasis Ilmu Pengetahuan dan Teknologi (IMTEK) ." JIANA (Jurna Ilmu Administrasi), Vol.12 (2), spring 2013 [http:// download.portalgaruda.org/article=129525&val=2287kl](http://download.portalgaruda.org/article=129525&val=2287kl) (diakses 09 April 2017).

⁵Nur Wahidah, "Perempuan dalam Perkembangan Ilmu Pengetahuan dan Teknologi." [http://4.ejournal .uin-malang.ac.id/index.php/egalita/article/view/1912/](http://4.ejournal.uin-malang.ac.id/index.php/egalita/article/view/1912/), (di akses 9 April 2017).

alat-alat lain yang dapat memberikan pengalaman kongkret, motivasi belajar serta mempertinggi daya serap dan retensi belajar peserta didik.⁶ Berdasarkan pola pembelajaran yang masih bersifat alat bantu mengajar guru dapat disampaikan melalui media seperti mesin penetas telur.

Mesin penetas telur adalah mesin yang dapat membantu untuk menetas telur. Mesin penetas telur dilengkapi dengan berbagai peralatan pendukung untuk mengatur kondisi lingkungan yang serupa dengan indukkan.⁷ Dalam hal ini peserta didik SMK yang *outputnya* setelah lulus menyelesaikan studi akan bekerja atau membuka lapangan kerja sendiri dapat memanfaatkan dari pengaplikasian materi fisika seperti mesin penetas telur.

Fisika merupakan ilmu pengetahuan yang mempelajari tingkah laku alam dalam berbagai bentuk gejala untuk dapat memahami tingkah laku alam dalam berbagai bentuk gejala untuk dapat memahami apa yang mengendalikan atau menentukan tingkah laku melalui kemampuan berfikir analitis, induktif dan deduktif untuk menyelesaikan masalah yang berkaitan dengan penggunaan, pengetahuan, dan keterampilan.⁸

Fenomena atau gejala alam dikaji fisika menggunakan proses dimulai dari pengamatan, pengukuran, analisis dan menarik kesimpulan, sehingga prosesnya

⁶ Arif S. Sadiman, Media Pendidikan, (Depok: Rajawali Pers, 2012), h. 7.

⁷ Erhan Indra Wijaya. “ Rancangan Mesin Penetas Telur Bebek Kapasitas 96 Telur (*Fabrication of Incubator Duck Egg 96 Egg Capacity*). Diss. III Teknik Mesin Fakultas Teknik, 2010. http://eprints.undip.ac.id/26327/1/Mesin_Penetas_Telur_Bebek.pdf (diakses 09 April 2017).

⁸ Pramesty, dan Rosalina Indah. “ Pengembangan Alat Peraga Fluida Statis Sebagai Media Pembelajaran pada Sub Materi Fluida Statis di Kelas XI IPA SMA Negeri 1 Mojokerto, Mojokerto.” *Jurnal Inovasi Pendidikan Fisika* h. 2 Vol. 02 No. 03 Tahun 2013.

didapat sangat baik karena ketelitian dari pengamatan sebuah alat yang digunakan. Sarana prasarana pada pemanfaatan media pembelajaran sangatlah penting karena memiliki keterkaitan yang sangat erat dan tidak bisa dipisahkan dengan metode yang digunakan. Media pembelajaran hal yang sangat vital untuk diterapkan di SMK tersebut karena memiliki suatu ketertarikan peserta didik untuk menyerap sebuah materi yang disajikan oleh tenaga pendidik dari yang awal hanya sederhana justru bisa menjadikan kesederhanaan itu menjadi sangat luar biasa sehingga peserta didik dapat dengan mudah menerima proses pembelajaran.

Pada zaman ini kualitas manusia sangatlah dinantikan oleh bangsa ini tentunya di SMK yang nantinya bisa mencetak lulusan yang cepat untuk kerja ataupun membuat suatu usaha sendiri. Maka dalam kesempatan ini diperlukan suatu transfer ilmu yang mana dapat membuka wawasan peserta didik, agar mengerti bagaimana memperoleh kemampuan itu semua, maka tenaga pendidik dipandang perlu untuk memberikan suatu kemampuan "*generic skill*".

Kemampuan "*generic skill*" merupakan salah satu usaha untuk menumbuh kembangkan berbagai aspek kemampuan (kognitif, afektif, dan psikomotorik).⁹ Sebagai keterampilan yang dapat ditransfer mengacu pada keterampilan yang dikembangkan pada satu bidang (area) tertentu berfungsi sebagai dasar untuk adaptasi dan perkembangan ketika ditransfer ke bidang

⁹Suwarna, Iwan Permana. "Mengembangkan Keterampilan Generik pada Mata Kuliah IPBA." 2013 <http://www.repository.uinjkt.ac.id/dspace/bitstream/1234567889/23396/4/IWAN%20Suwarna-FITK.pdf> (diakses 09 April 2017).

(area) lain. Kemampuan generik dapat meliputi keterampilan: komunikasi, kerja tim, pemecahan masalah, inisiatif dan usaha (*initiative and enterprise*), merencanakan dan mengorganisasi, *management* diri, keterampilan belajar, dan keterampilan teknologi. Sementara itu, hal yang berkaitan dengan atribut personal meliputi: loyalitas, komitmen, jujur, integritas, antusias, dapat dipercaya, sikap seimbang terhadap pekerjaan dan kehidupan rumah, motivasi, presentasi personal, akal sehat, penghargaan positif, rasa humor, kemampuan mengatasi tekanan, dan kemampuan adaptasi.

Dalam hal ini ketika akan diinginkan suatu lulusan sesuai standar di SMK ini, maka perlu adanya pembenahan pada sistem pembelajaran ataupun suatu praktikum yang dapat menunjang peserta didik bisa menerapkan segala sesuatu berhubungan dengan prinsip SMK. Untuk itu fasilitas di SMK tersebut harus dimanfaatkan dengan baik dan benar. Segala sesuatu alat yang terdapat di SMK tersebut baik yang masih bisa dioperasikan ataupun tidak bisa juga dimanfaatkan dengan baik, sehingga dapat menjadikan kualitas terhadap keterampilan dan kemampuan peserta didik sekolah menengah kejuruan serta ketersediaan pemanfaatan sarana prasarana yang ada di sekolah tersebut. Pembuatan media pembelajaran teknologi mesin penetas telur ini berkaitan erat dengan materi yang terdapat pada pembelajaran fisika yaitu suhu dan kalor.

Suhu merupakan ukuran mengenai panas dinginnya benda. Dalam fisika, suhu atau temperatur berakar dari ide kualitatif panas dan dingin yang

berdasarkan pada indra sentuhan, suatu benda yang terasa panas umumnya memiliki suhu yang lebih tinggi dari pada benda serupa yang dingin.¹⁰

Sedangkan kalor adalah jumlah energi yang ditransfer atau berpindah dari satu benda ke benda lainnya pada suhu atau temperatur yang berbeda.¹¹ Pada sisi lain dijelaskan pada Q.S An-Nahl Ayat 13:

وَمَا ذَرَأَ لَكُمْ فِي الْأَرْضِ مُخْتَلِفًا أَلْوَانُهُ إِنَّ فِي ذَلِكَ لَآيَةً لِّقَوْمٍ يَذَّكَّرُونَ



Artinya : dan Dia (menundukkan pula) apa yang Dia ciptakan untuk kamu di bumi ini dengan berlain-lainan macamnya. Sesungguhnya pada yang demikian itu benar-benar terdapat tanda (kekuasaan Allah) bagi kaum yang mengambil pelajaran(Q.S An-Nahl:13).¹²

Dari ayat ini dikatakan bahwa kita melihat dan merasakan banyak wujud dan jenis benda yang diciptakan oleh Allah. Yang kita bisa lihat dengan kasat mata yaitu wujud dan jenis benda yang tampak seperti, awan, pelangi, pohon, tanah, air, dan masih sangat banyak sekali. Dibalik itu juga ada yang tidak tampak dan berupa sifat atau potensi, antara lain seperti energi yang disediakan untuk manusia. Energi itu termasuk suhu dan kalor. Keterkaitan ayat ini membuktikan bahwa suhu dan kalor telah dijelaskan di dalam Al Qur'an.

¹⁰Young & Freedman, Fisika Universitas Edisi Kesepuluh Jilid 1, (Jakarta: Erlangga, 2002), h. 457.

¹¹ Douglas C. Giancoli, Fisika Edisi Kelima Jilid 1 (Jakarta: Erlangga, 2001), h. 491.

¹²Al-Qur'an Surat (An-Nahl Surat ke 16 Ayat ke 13).

Berdasarkan hasil wawancara dengan narasumber di tiga sekolah yang berbeda yaitu SMK Negeri 1 Kebun Tebu, SMK 1 Pagar Dewa, dan SMK Miftahul Ulum Lampung Barat tersebut, tepatnya pada tenaga pendidik mata pelajaran fisika bahwa media yang digunakan kurang bervariasi, belum dikembangkan pengaplikasian suatu media pembelajaran fisika khususnya materi suhu dan kalor yang dapat menumbuhkan *generic skill* peserta didik, mesin penetas telur yang terbuat dari bahan-bahan yang sudah tidak terpakai lagi juga belum dikembangkan di SMK Negeri 1 Kebun Tebu, SMK 1 Pagar Dewa, dan SMK Miftahul Ulum Lampung Barat, karena di sekolah tersebut belum memanfaatkan suatu bahan dan alat-alat yang sudah tidak digunakan lagi menjadi suatu media pembelajaran yang mampu menambah potensi pengembangbiakkan yang ada di daerah tersebut, salah satunya yaitu ternak.¹³ Hal ini dilakukan untuk mendukung karakteristik serta *generic skill* dari lulusan sekolah tersebut sebagai SMK. Selain itu, media penetas telur yang memperhatikan faktor suhu dan kalor juga akan menambah variasi media pembelajaran di sekolah tersebut. Lalu menurut teori Hermawan untuk menetas telur dengan keberhasilan 90-100% diperlukan suhu yang stabil yaitu tidak melebihi 40⁰ C.¹⁴ Namun, di daerah tersebut memiliki suhu yang tidak stabil bahkan tergolong suhu yang cukup dingin yaitu kurang lebih 27⁰ C dan dapat mengurangi keberhasilan penetasan telur yang tidak mencapai hasil yang

¹³Lampiran 4.

¹⁴Rudi Hermawan, *Rahasia Membuat Mesin Tetas Berkualitas*, (Yogyakarta: Pustaka Baru, Pers 2014), h.121.

maksimal. Maka, peneliti memberikan solusi yaitu mengembangkan mesin penetas telur dengan suhu yang stabil yang diharapkan mampu menetas telur dengan keberhasilan 90 - 100%.

Telah dilakukan penelitian sebelumnya terkait mesin penetas telur yang sudah diaplikasikan yaitu pada penelitian Erwin Fadhila dan Hendi H. Rachmat pada tahun 2014, hasil penelitiannya berupa pengendalian suhu berbasis mikrokontroler pada ruang penetas telur.¹⁵ Sistem yang dirancang telah dapat mengatur dan menjaga suhu pada kondisi konstan di dalam ruang penetas telur tersebut. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem pengendali suhu pada ruangan penetas telur telah berhasil diterapkan, namun masih perlu dilakukan pengembangan lebih lanjut baik dari segi kemampuan kerja sensor dan peralatan pendukung ruang penetas telur.

Beda penelitian yang peneliti lakukan terhadap peneliti sebelumnya adalah pembelajaran yang dikemas menyesuaikan kebutuhan peserta didik untuk bisa meningkatkan kemampuan yang dimiliki, sehingga dapat memberikan peluang untuk membuka lapangan pekerjaannya secara mandiri.

Melalui penjelasan tersebut, maka diharapkan mampu menjadi solusi yang tepat untuk mengatasi rendahnya karakteristik serta *generic skill* khususnya pada materi fisika suhu dan kalor di SMK Negeri 1 Kebun Tebu SMK

¹⁵Erwin Fadhila, & Hendi H. Rachmat, "Pengendalian Suhu Berbasis Mikrokontroler pada Ruang Penetas Telur" . *Jurnal Teknik Elektro Institut Teknologi Nasional Bandung* (2014), <http://ejournal.itenas.ac.id/index.php/rekaelkomika/article/viewFile/703/894/> (diakses 15 Januari 2017).

1 Pagar Dewa, dan SMK Miftahul Ulum Lampung Barat. Berdasarkan pemaparan di atas peneliti akan melaksanakan suatu penelitian dengan judul **“Pengembangan Mesin Penetas Sebagai Aplikasi Materi Suhu dan Kalor”**

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah dipaparkan di atas maka peneliti mengidentifikasi permasalahan sebagai berikut :

1. Media Pembelajaran yang kurang bervariasi
2. Belum dikembangkan media pembelajaran yang dapat melatih *generic skill* peserta didik untuk menciptakan lapangan pekerjaan sendiri.
3. Peserta didik belum mendapatkan media pembelajaran yang dibuat dengan bahan-bahan yang sudah tidak terpakai lagi kemudian didaur ulang menjadi hasil karya sebuah media pembelajaran pengaplikasian materi suhu dan kalor.
4. Belum dikembangkan suatu media pembelajaran yang dapat mendukung potensi yang ada di daerah tersebut.

C. Pembatasan Masalah

Berdasarkan identifikasi masalah di atas maka peneliti membatasi permasalahan sebagai fokus peneliti yaitu :

1. Pengembangan media pembelajaran teknologi mesin penetas telur.
2. Materi pokok yang digunakan dalam penelitian dan pengembangan ini yaitu suhu dan kalor.

D. Rumusan Masalah

Berdasarkan batasan masalah yang telah dikemukakan, maka rumusan masalah pada peneliti ini yaitu :

1. Bagaimanakah pengembangan mesin penetas telur sebagai aplikasi materi suhu dan kalor ?
2. Bagaimanakah kelayakan mesin penetas telur sebagai aplikasi materi suhu dan kalor ?
3. Bagaimanakah respon tenaga pendidik dan peserta didik terhadap mesin penetas telur sebagai aplikasi materi suhu dan kalor ?

E. Kegunaan Penelitian

1. Teoritis

Hasil penelitian dapat mendukung teori sebelumnya bahwa media pembelajaran alat peraga dapat memperjelas penyajian pesan agar tidak terlalu bersifat verbalitas, menanggulangi keterbatasan ruang, waktu dan daya indra, dan mengatasi sifat pasif, dengan demikian kemampuan dalam menyerap ilmu pengetahuan akan lebih efektif dan efisien.

2. Praktis

a. Bagi Peneliti

Memberikan pengalaman langsung akan pengembangan media pembelajaran teknologi mesin penetas telur pada pembelajaran fisika pada materi suhu dan kalor.

b. Bagi Peserta Didik

Dapat mempermudah proses pembelajaran, serta memenuhi kompetensi lulusan yang lebih berkarakter serta dapat membuka lapangan kerja sendiri dengan tujuan pendidikan Indonesia.

c. Bagi Tenaga Pendidik

Menjadi bahan pertimbangan untuk menggunakan media pembelajaran teknologi mesin penetas telur pada proses pembelajaran serta dapat memberikan ketertarikan pada peserta didik terhadap materi pembelajaran.



BAB II

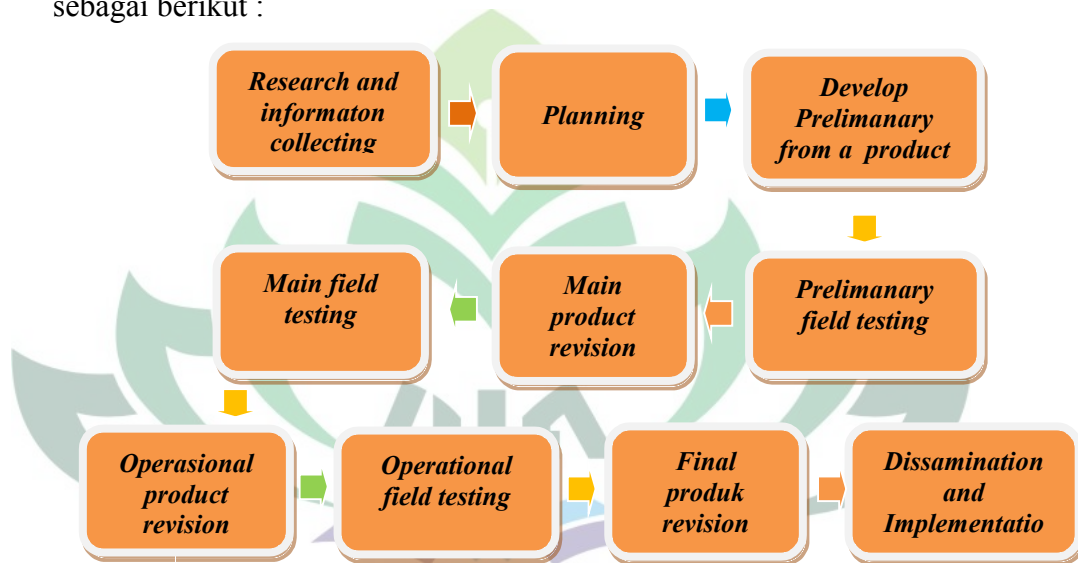
TINJAUAN PUSTAKA

A. Konsep Pengembangan Model

Dalam penelitian dan pengembangan atau *research and development* ada beberapa konsep pengembangan menurut ahli yaitu sebagai berikut :

1. Model Borg and Gall

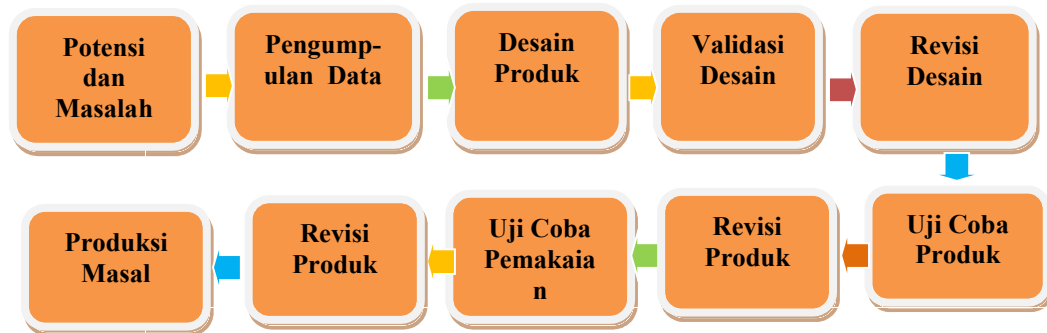
Borg and Gall mengemukakan sepuluh langkah dalam R & D yaitu sebagai berikut :



Gambar 2.1
Penelitian dan Pengembangan Menurut Borg and Gall¹

Model penelitian dan pengembangan Borg and Gall yang dikemukakan oleh Sugiyono. Langkah-langkah dalam penelitian dan pengembangan ini dapat digambarkan dalam bagan di bawah ini:

¹Sugiyono, *Metode Penelitian dan Pengembangan Cetakan ke 1*, (Bandung: Alfabeta, 2015), h. 37.



Gambar 2.2 Model R&D Borg *and* Gall dikemukakan oleh Sugiono²

2. Model Thiagarajan

Thiagarajan mengemukakan bahwa, langkah-langkah penelitian dan pengembangan disingkat dengan 4 D, yang merupakan perpanjangan dari *Define, Design, Development and Dissemination*. Hal ini dapat digambarkan seperti tertera pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3 Penelitian Pengembangan Menurut Thiagarajan (1974)

Berdasarkan gambar 2.3 tersebut dapat diberikan penjelasan sebagai berikut : *Define* (pendefinisian), kegiatan analisis kebutuhan, yang dilakukan melalui penelitian dan studi literatur. *Design* (perancangan), membuat rancangan terhadap produk yang telah ditetapkan. *Development* (pengembangan) membuat rancangan menjadi produk dan menguji validitas

²Sugiyono, *Metode Penelitian Pendidikan Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif dan R&D*, (Bandung: Alfabeta, 2010), Cet Ke 10 h. 409.

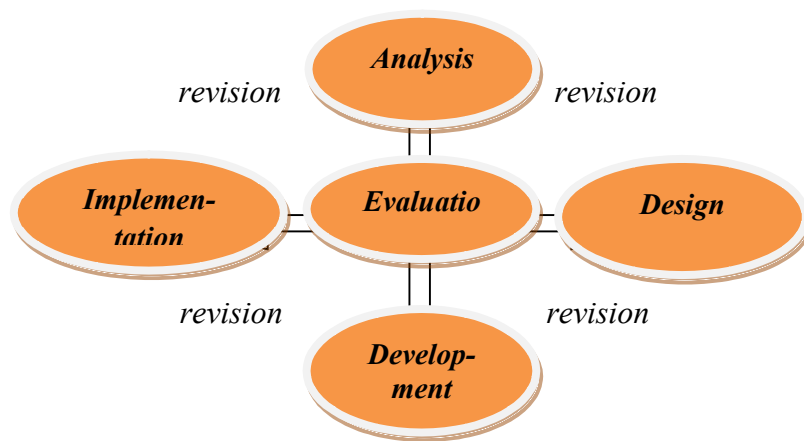
produk sampai dihasilkan produk sesuai dengan spesifikasi yang ditetapkan. *Dissemination* (diseminasi) berisi kegiatan menyebarluaskan produk yang telah teruji untuk dimanfaatkan orang lain.³

3. Model Robert Maribe Brach

Robert Maribe Brach mengembangkan *Instructional Design* (Desain Pembelajaran) dengan pendekatan ADDIE, yang merupakan perpanjangan dari *Analysis, Design, Development, Implementation dan Evaluation*.

Analysis, berkaitan dengan kegiatan analisis terhadap situasi kerja dan lingkungan sehingga dapat ditemukan produk apa yang perlu dikembangkan, *Design* merupakan kegiatan perencanaan produk sesuai dengan yang dibutuhkan. *Development* adalah kegiatan pembuatan dan pengujian produk. *Implementation* adalah kegiatan menggunakan produk, dan *Evaluation* adalah kegiatan menilai apakah setiap langkah kegiatan dan produk yang telah dibuat sesuai dengan spesifikasi belum. Hal ini dapat digambarkan seperti tertera pada Gambar 2.4.

³Sugiyono, *op.cit.*, h. 38.



Gambar 2.4 Pendekatan ADDIE⁴

4. Model Richey and Klein

Richey and Klein menyatakan “*The focus of Design and Development Research can be on front-end analysis. Planning, Production, and Evaluation (PEE). Planning (Perancangan) berarti membuat rencana produk yang akan dibuat untuk tujuan tertentu. Production (memproduksi) adalah kegiatan membuat produk berdasarkan rancangan yang telah dibuat. Evaluation (evaluasi) merupakan kegiatan menguji, menilai seberapa tinggi produk telah memenuhi spesifikasi yang telah ditentukan.*



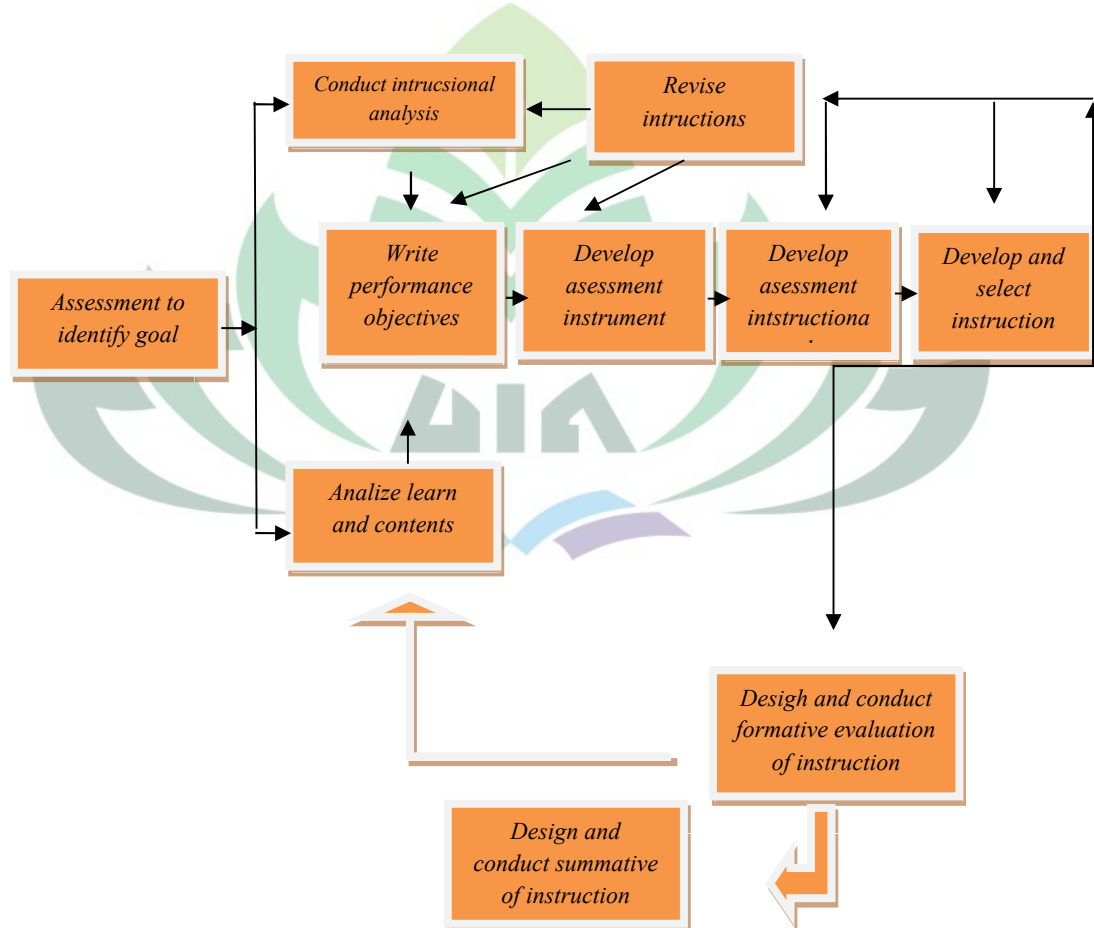
Gambar 2.5 Penelitian Pengembangan Menurut Richey and Klein (2009)⁵

⁴*Ibid.*, h. 39.

⁵*Ibid.*, h. 39.

5. Model Dick & Carey

Sepuluh langkah pengembangan yaitu, melibatkan pendefinisian tujuan, analisis instruksional, mengidentifikasi entry keterampilan, melibatkan penerjemah kebutuhan dan tujuan pembelajaran ke dalam tujuan perilaku spesifik, instrumen penilaian dikembangkan, strategi pembelajaran khusus, melibatkan pengembangan materi pembelajaran, dan langkah 8, 9, 10 yaitu Evaluasi formatif dan evaluasi sumatif.⁶



Gambar 2.6 Model Pengembangan *Instructional* Dick and Carey

⁶Emzir, *Metodologi Penelitian Pendidikan Kuantitatif & Kualitatif* (Jakarta : Rajawali Pers, 2012), h. 275-277.

A. ACUAN TEORITIK

1. Pengertian Media Pembelajaran

Media pembelajaran berasal dari dua suku kata yaitu media dan pembelajaran. Berikut akan dijelaskan tentang media pembelajaran. Media adalah kata yang tidak asing dalam kehidupan sehari-hari. Namun, pemahaman media memiliki konsep tersendiri pada setiap individu. Berikut adalah pengertian media menurut beberapa ahli.

Media sebagai bentuk dan saluran yang digunakan untuk menyampaikan pesan atau informasi. Media diartikan sebagai alat informasi dan komunikasi, sarana prasarana, fasilitas, penunjang, penghubung, penyalur dan lain-lain. Dalam kehidupan sehari-hari, kata media sering digunakan untuk beberapa hal yang berbeda-beda pula, sebagai ukuran (*size*) pakaian dan tanda pengaturan mesin pendingin (*air conditioner*) yang biasa disingkat menjadi “M” sebagai kepanjangan dari medium”; ada juga yang menjelaskan kata “pertengahan seperti dalam kalimat “media abad 19” (atau pertengahan abad 19): ada yang memakai kata media dalam istilah “mediasi”, yakni sebagai kata yang bisa dipakai dalam proses perdamaian dua belah pihak yang sedang bertikai dan lain-lain.⁷ Media bentuk jamak dari perantara (*medium*), merupakan sarana komunikasi. Berasal dari bahasa Latin *medium* (“antara”), istilah ini merujuk pada apa saja yang membawa informasi antara sebuah sumber dan sebuah

⁷Yudi Munadhi, “*Media Pembelajaran*” (Jakarta: Referensi, 2013), h. 5.

penerima.⁸ Media berasal dari kata *medium* yang berarti perantara. Oleh karena itu secara harfiah media diartikan sebagai perantara atau pengantar pesan.⁹

Media berasal dari bahasa Latin yaitu *medius* yang secara harfiah berarti 'tengah', 'perantara' atau 'pengantar'. Dalam bahasa Arab, media adalah perantara (wasilah) atau pengantar pesan dari pengirim kepada penerima pesan. Media apabila dipahami secara garis besar adalah manusia, materi, atau kejadian yang membangun kondisi yang membuat siswa mampu memperoleh pengetahuan, keterampilan, atau sikap. Dalam pengertian ini, guru, buku teks, dan lingkungan sekolah merupakan media. Secara lebih khusus, pengertian media dalam proses belajar mengajar cenderung diartikan sebagai alat-alat grafis, fotografis, atau elektronis untuk menangkap, memproses, dan menyusun kembali informasi visual atau verbal.¹⁰

Media berasal dari bahasa Latin, yakni *medius* yang berarti secara harfiahnya berarti 'tengah', 'pengantar' atau 'perantara'. Dalam Bahasa Arab media disebut '*wasail*' bentuk '*jamak*' dari '*wasilah*' yakni sinonim *al-wasth* yang artinya juga 'tengah'. Kata 'tengah' itu sendiri berarti berada diantara dua sisi, maka disebut juga sebagai 'perantara' (wasilah) atau yang mengantar kedua sisi tersebut. Karena posisinya berada di tengah ia juga bisa disebut

⁸Sharon E. Smaldino, Deborah L. Lowther, dan James D. Russell. *Instructional Technology & Media For Learning Teknologi Pembelajaran dan Media untuk Belajar Edisi Kesembilan* (Jakarta: Prenada Media Group, 2011), h. 7.

⁹Dewi S Prawiradilaga, Diana Ariani, dan Hilman Handoko, *Mozaik Teknologi Pendidikan e-learning* (Jakarta: Kencana Prenadamedia, 2013), h 18.

¹⁰Azhar Arsyad, *Media Pembelajaran* (Jakarta: PT Raja Grafindo Persada, 2015), h. 3.

sebagai pengantar atau penghubung, yakni yang mengantarkan atau menghubungkan atau menyalurkan sesuatu hal dari satu sisi ke sisi lainnya.¹¹

Media berasal dari bahasa Latin dan merupakan bentuk jamak dari kata medium yang secara harfiah berarti perantara atau pengantar. Media adalah perantara atau pengantar pesan dari pengirim ke penerima pesan.¹²

Jadi, peneliti dapat menyimpulkan bahwa media merupakan suatu penghubung yang dapat menyampaikan informasi dari pengirim ke penerima pesan.

2. Mesin Penetas Telur

Prinsip kerja dari mesin penetas telur yang sederhana ini adalah menciptakan situasi dan kondisi yang sama pada saat telur dierami oleh induknya. Kondisi yang perlu diperhatikan adalah temperatur dan kelembaban. Sejak dahulu, inovasi teknologi untuk membantu penetasan telur telah dilakukan agar usaha penetasan telur dapat menghasilkan keuntungan bagi peternak. Salah satu inovasi yang kerap dilakukan oleh peternak adalah menggunakan indukan angkat. Metode ini dilakukan dengan cara menipkan telur kepada indukan jenis yang lain. Misalnya, menipkan telur ayam untuk mengerami oleh indukan angsa atau entok. Mesin penetas pertama kali digunakan di peternakan Amerika Serikat dan negara-negara Eropa sejak tahun 1990-an. Awalnya, mesin tetas hanya berupa sebuah ruangan yang

¹¹*Ibid.*, h. 6.

¹² Arief S Sadiman, et.al. *Media Pendidikan* (Jakarta: Rajagrafindo Persada, 2012), h. 6.

dimodifikasi agar tercapai suhu dan kelembaban yang ideal untuk penetasan.

Di Indonesia, mesin tetas sebenarnya sudah dirintis sejak tahun 1985.¹³

Syarat-syarat penetasan telur adalah suhu dan perkembangan embrio.

Embrio dalam telur unggas akan cepat berkembang selama suhu telur berada pada kondisi yang sesuai dan akan berhenti berkembang jika suhunya kurang dari yang dibutuhkan. Suhu yang dibutuhkan untuk penetasan telur setiap unggas berbeda-beda. Suhu untuk perkembangan embrio dalam telur ayam antara $38,33^{\circ}\text{C}$ - $40,55^{\circ}\text{C}$ (101°F - 105°F), itik $37,78^{\circ}\text{C}$ - $39,45^{\circ}\text{C}$ (100°F - 103°F), puyuh $39,5^{\circ}\text{C}$ (102°F) dan walet $32,22^{\circ}\text{C}$ - 35°C (90°F - 95°F). Untuk itu, sebelum telur tetas dimasukkan ke dalam bok penetasan suhu ruang tersebut harus sesuai dengan yang dibutuhkan.

3. Pengertian Suhu

Pada kehidupan sehari-hari, suhu merupakan ukuran mengenai panas atau dinginnya benda. Dalam fisika, suhu atau temperatur berakar dari ide kualitatif panas dan dingin yang berdasarkan pada indera sentuhan, suatu benda yang terasa panas umumnya memiliki suhu yang lebih tinggi daripada benda serupa yang dingin.¹⁴ Suhu atau temperatur merupakan ukuran mengenai panas atau dinginnya benda.¹⁵ Suhu suatu benda dapat berubah,

¹³Abdul Wakhid, *Membuat Sendiri Mesin Tetas Praktis* (Jakarta : Agromedia Pustaka, 2014), h. 6.

¹⁴Young & Freedman, *Fisika Universitas Edisi Kesepuluh Jilid 1*, (Jakarta: Erlangga, 2002), h. 457.

¹⁵Dauglas C. Giancoli, *Fisika Edisi Kelima Jilid 1* (Jakarta: Erlangga, 2001), h. 449.

sehingga mengakibatkan perubahan sifat-sifat benda tersebut. Sifat-sifat benda yang dapat berubah karena perubahan suhu disebut “Sifat Termometrik”.

Alat-alat yang dirancang untuk mengukur suhu atau temperatur suatu benda adalah Termometer.¹⁶ Terdapat empat macam skala dalam pengukuran suhu, yaitu skala *Celcius*, *Reamur*, *Fahrenheit*, dan *Kelvin*, Allah berfirman dalam Al-quran tentang penciptaannya yang bermacam-macam:

وَمَا ذَرَأَ لَكُمْ فِي الْأَرْضِ مُخْتَلِفًا أَلْوَنُهُ إِنَّ فِي ذَلِكَ لَآيَةً لِّقَوْمٍ يَذْكُرُونَ ﴿١٣﴾

Artinya: dan Dia (menundukkan pula) apa yang Dia ciptakan untuk kamu di bumi ini dengan berlain-lainnan macamnya. Sesungguhnya pada yang demikian itu benar-benar terdapat tanda (kekuasaan Allah) bagi kaum yang mengambil pelajaran. (An-Nahl: 13)¹⁷

Beberapa Ayat yang masih berkaitan yaitu:

يُنَبِّتُ لَكُمْ بِهِ الزَّرْعَ وَالزَّيْتُونَ وَالنَّخِيلَ وَالْأَعْنَابَ وَمِنْ كُلِّ الثَّمَرَاتِ إِنَّ فِي ذَلِكَ لَآيَةً لِّقَوْمٍ يَتَفَكَّرُونَ ﴿١١﴾

Artinya: Dia menumbuhkan bagi kamu dengan air hujan itu tanam-tanaman; zaitun, korma, anggur dan segala macam buah-buahan. Sesungguhnya pada yang demikian itu benar-benar ada tanda (kekuasaan Allah) bagi kaum yang memikirkan. (Q.S An-Nahl: 11).¹⁸

وَأَلْقَى فِي الْأَرْضِ رَوْسًا أَنْ تَمِيدَ بِكُمْ وَأَنْهَارًا وَسُبُلًا لَّعَلَّكُمْ تَهْتَدُونَ ﴿١٥﴾

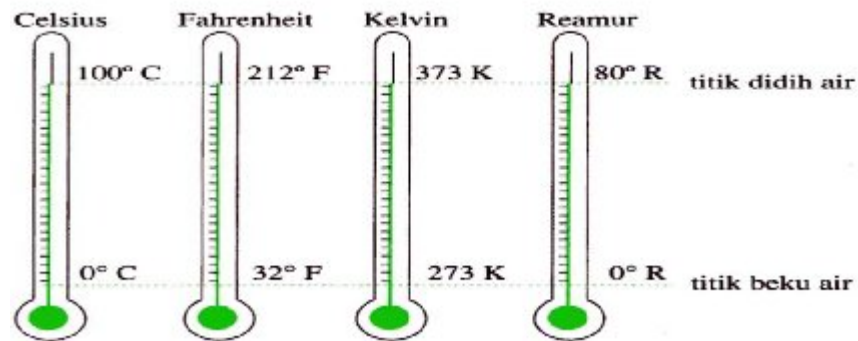
Artinya: Dan Dia menancapkan gunung-gunung di bumi supaya bumi itu tidak goncang bersama kamu, (dan Dia menciptakan) sungai-sungai dan jalan-jalan agar kamu mendapat petunjuk (Q.S An-Nahl: 15).¹⁹

¹⁶Ibid., h. 449.

¹⁷ Al-Qur'an (Surat An-Nahl Surat ke 16 Ayat 13).

¹⁸ Al-Qur'an (Surat An-Nahl Surat ke 16 Ayat 11).

¹⁹ Al-Qur'an (Surat An-Nahl Surat ke 16 Ayat 15).



Gambar 2.7
Perbandingan titik tetap atas dan bawah
pada termometer

Untuk skala Kelvin disebut skala suhu mutlak (absolut) atau skala termodinamika, sehingga digunakan sebagai Satuan Internasional (SI) untuk suhu. Hubungan dari keempat skala tersebut dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$^{\circ}\text{C} = \frac{5}{9} (^{\circ}\text{F} - 32) = \text{K} - 273 = \frac{4}{9} \text{R}$$

1. Pemuaian Benda

Pembahasan mengenai termometer zat cair memanfaatkan salah satu perubahan fisis zat yang paling dikenal, yaitu bahwa suhu meningkat maka volume pun meningkat. Fenomena ini dikenal dengan pemuaian termal.

dalam Al-Quran Surat Al-Anbiya ayat 104

يَوْمَ نَطْوِي السَّمَاءَ كَطَيِّ السِّجِلِّ لِلْكُتُبِ ۚ كَمَا بَدَأْنَا أَوَّلَ خَلْقٍ نُعِيدُهُ ۖ
وَعَدًا عَلَيْنَا ۖ إِنَّا كُنَّا فَاعِلِينَ ﴿١٠٤﴾

Artinya: (yaitu) pada hari Kami gulung langit sebagai menggulung lembaran - lembaran kertas. Sebagaimana Kami telah memulai penciptaan pertama Begitulah Kami akan mengulanginya. Itulah suatu janji yang pasti Kami tepati; Sesungguhnya kamilah yang akan melaksanakannya. (Q.S Al-Anbiya: 104).²⁰

Betapa tepatnya Al-Quran menerangkan peristiwa penyusutan setelah peristiwa pemuaian.



Apersepsi

= (+ Δ)

Gambar tersebut menunjukkan peristiwa pecahnya gelas karena dituangi air panas. Mengapa peristiwa tersebut dapat terjadi?

Gambar 2.8 peristiwa gelas pecah saat dituangkan air panas

Jawaban Pertanyaan

Peristiwa pecahnya gelas karena dituangi air panas karena pemuaian yang tidak merata. Bagian bawah gelas yang pertama terkena air panas akan memuai terlebih dahulu sedangkan gelas bagian atas belum memuai. Hal inilah yang menyebabkan gelas menjadi pecah.

²⁰ Al-Qur'an (Surat Al-Anbiya Surat ke 21 Ayat 104).

Memuai artinya bertambah panjang, luas, dan volume suatu benda karena pengaruh kalor yang diterima. Besar pemuaian benda tergantung pada tiga hal, yaitu jenis benda, ukuran semula, dan perubahan suhu yang diterima benda

a. Pemuaian zat padat

Apabila suatu zat padat dipanaskan, zat akan mengalami pemuaian. Zat padat akan memuai jika dipanaskan dan menyusut jika didinginkan. Zat padat dapat mengalami pemuaian panjang, pemuaian luas, dan pemuaian volume, perubahan panjang ΔL pada semua zat padat, dengan pendekatan yang sangat baik, berbanding lurus dengan perubahan temperatur ΔT .²¹

Dengan persamaan:

$$\Delta L = L_0 \alpha \Delta T$$

atau

$$L = L_0 (1 + \alpha \Delta T)$$

Keterangan:

L = Panjang benda setelah dipanaskan (m)

L_0 = panjang benda mula-mula (m)

α = koefisien muai panjang benda ($^{\circ}\text{C}^{-1}$)

ΔL = pertambahan panjang benda (m)

ΔT = perubahan suhu benda ($^{\circ}\text{C}$)

b. Pemuaian Zat Cair

Zat cair hanya mengalami pemuaian volume. Volume zat cair bertambah jika mengalami kenaikan suhu dan akan menyusut jika mengalami penurunan suhu. Perubahan pada volume sebanding dengan volume awal dan berubah sesuai suhunya.²² Dengan persamaan

²¹Young & Freedman, *op.cit.*, h. 462.

²²*Ibid.*, h., 462.

$$\Delta = \Delta$$

Keterangan:

V = volume zat cair setelah dipanaskan (m^3)

V = volume zat cair awal (m^3)

ΔV = pertambahan volume zat cair (m^3)

ΔT = perubahan suhu zat cair ($^{\circ}C$)

c. Pemuaian zat gas

Gas juga mengalami pemuaian ketika terjadi kenaikan suhu dan mengalami penyusutan ketika terjadi penurunan suhu.

4. Pengertian kalor

Kalor adalah jumlah energi yang ditransfer atau berpindah dari satu benda ke benda lainnya pada suhu atau temperatur yang berbeda.²³ Konsep kalor sering dialami dalam kehidupan sehari-hari, contoh ketika kita mencampur air yang terlalu panas dengan air yang terlalu dingin, maka campuran air tadi akan turun temperaturnya menjadi hangat saja. Secara intuitif mengatakan bahwa ada “sejenis fluida” yang hilang dari air panas yang pindah ke air yang dingin. “Fluida” yang kita maksud tersebut dalam fisika dinamakan kalor. Sama halnya dengan suatu benda yang melepaskan atau menerima kalor maka suhu benda itu akan naik atau turun sehingga wujud benda berubah. Dalam Al-Qur’an Surat Al Waqiah ayat 71 yang menjelaskan tentang energi kalor.

²³Dauglas C. Giancoli, *op.cit.*, h.491

أَفَرَأَيْتُمُ النَّارَ الَّتِي تُورُونَ ﴿٧١﴾

Artinya: “Maka Terangkanlah kepadaku tentang api yang kamu nyalakan (dengan menggosok-gosokkan kayu). (QS. Al Waqiah : 71).²⁴

Kalor jenis (c) adalah kapasitas kalor yang diperlukan oleh suatu zat untuk menaikkan suhu 1 kg zat itu sebesar 1°C. Kalor dapat mengubah suhu suatu benda. Semakin banyak kalor yang diberikan kepada suatu benda akan semakin besar kenaikan suhu benda tersebut. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa kenaikan suhu suatu benda sebanding dengan pemberian kalornya. Untuk menaikkan suhu yang sama pada jumlah zat yang berbeda, kalor yang dibutuhkan berbeda. Semakin banyak massa suatu benda, akan semakin besar kalor yang dibutuhkan untuk menaikkan suhunya. Dengan kata lain, kalor yang dibutuhkan untuk menaikkan suhu suatu zat sebanding dengan massa zat itu. Untuk jenis zat yang berbeda dengan massa sama, kalor yang dibutuhkan untuk menaikkan suhu yang sama adalah berbeda. Dengan kata lain, kalor yang diperlukan untuk menaikkan suhu bergantung pada jenis zat. Jadi dapat disimpulkan bahwa banyaknya kalor yang diperlukan untuk menaikkan suhu suatu zat/benda bergantung pada massa benda (m), kalor jenis benda (c), perubahan suhu (ΔT). Dirumuskan:

$$= \frac{m \cdot c \cdot \Delta T}{1}$$

²⁴Al Qur'an (Surat Al-Qwaqiah Surat ke 56 Ayat 71).

Kapasitas kalor (C) adalah sebagai jumlah energi yang diperlukan untuk menaikkan suhu benda sebesar 1 K atau 1°C . Dirumuskan:

$$C = \frac{Q}{\Delta T}$$

Berdasarkan definisi tersebut, Besar kalor Q yang dibutuhkan untuk merubah temperatur zat tertentu sebanding dengan massa m zat tersebut dan dengan perubahan temperatur ΔT . Kalor dapat dirumuskan:

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta T$$

Hukum kekekalan energi kalor (*Asas Black*) Berbunyi:

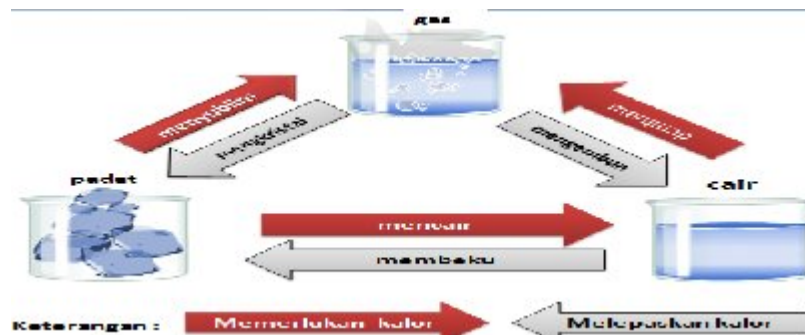
“Jumlah energi yang meninggalkan sampel sama dengan jumlah energi yang masuk ke air”. Hukum kekekalan energi kalor hanya berlaku untuk sistem tertutup. Dapat dituliskan dengan persamaan:

$$Q_1 = -Q_2$$

Tanda negatif pada persamaan ini diperlukan untuk menjaga konsistensi dengan kesepakatan mengenai tanda untuk kalor.

5. Perubahan Wujud Zat

Selain dapat mengakibatkan perubahan suhu benda, kalor dapat mengakibatkan perubahan wujud zat. Jika pada sebuah zat diberikan kalor, maka akan terjadi perubahan wujud pada zat tersebut yang digambarkan pada skema berikut:



Gambar 2.9 Proses Perubahan Wujud Zat

Seperti ditunjukkan oleh gambar di atas bahwa pada setiap proses perubahan wujud zat terdapat kalor yang diperlukan atau dilepaskan. Perubahan wujud benda dipengaruhi oleh energi kalor. Proses perubahan wujud diawali dengan kenaikan atau penurunan suhu benda. Jika suhu benda mencapai titik didih atau titik lebur dan energi kalor masih terus diberikan, energi tersebut digunakan untuk mengubah wujud. Pada Surat Ar-Ra'd menjelaskan tentang benda yang melebur, sebagai berikut:

مِثْلُهُ زَيْدٌ مَّتَعٍ أَوْ حَلِيَّةٍ ابْتِغَاءَ النَّارِ فِي عَلَيْهِ يُوقَدُونَ وَمِمَّا

Artinya: "... dan dari apa (logam) yang mereka lebur dalam api untuk membuat perhiasaan atau alat-alat." (QS. Ar Ra'd:17)²⁵

Berdasarkan ayat di atas apabila logam dipanaskan akan melebur dalam api dan dapat bermanfaat bagi kehidupan sehari-hari. Perubahan benda padat seperti besi, logam jika dipanaskan akan menjadi cair, perubahan ini disebut mencair atau melebur.

²⁵Al-Qur'an (Surat Ar-Ra'd Surat ke 13 Ayat 17).

- a. Mencair adalah proses perubahan wujud dari padat menjadi cair. Melebur memerlukan kalor, pada saat melebur suhu zat tetap. Kalor yang diperlukan oleh 1 kg zat untuk meleburkan pada titik leburnya dinamakan kalor lebur.
- b. Membeku adalah proses perubahan wujud dari cair menjadi padat. Selama proses membeku berlangsung suhu zat tetap. Pada saat itu, kalor yang dilepas tidak digunakan untuk menurunkan suhu, tetapi untuk mengubah wujud zat. Suhu yang menyebabkan suatu zat mulai membeku disebut titik beku zat itu. Titik beku suatu zat sama dengan titik leburnya.
- c. Menguap adalah perubahan wujud dari cair menjadi uap. Menguap merupakan proses perubahan wujud yang menyerap kalor. Itulah sebabnya tangan kita merasa dingin setelah ditetesi dengan alkohol. Penguapan dapat dipercepat dengan cara sebagai berikut: memanaskan zat cair, memperbesar luas permukaan zat cair, mengalirkan udara kering di permukaan zat cair, dan mengurangi tekanan uap di permukaan zat cair.
- d. Mengembun adalah proses perubahan wujud dari gas ke cair. Mengembun merupakan kebalikkan dari menguap. Jika menguap memerlukan kalor, maka mengembun melepaskan kalor.
- e. Menyublim adalah perubahan wujud dari padat ke gas. Dalam peristiwa ini zat memerlukan energi panas.
- f. Mengkristal adalah perubahan wujud zat dari gas ke padat. Dalam peristiwa ini zat melepaskan energi panas.

Kalor Laten adalah kalor yang dibutuhkan per satuan massa.²⁶ Yang termasuk kalor laten adalah kalor lebur dan kalor uap. Dirumuskan:

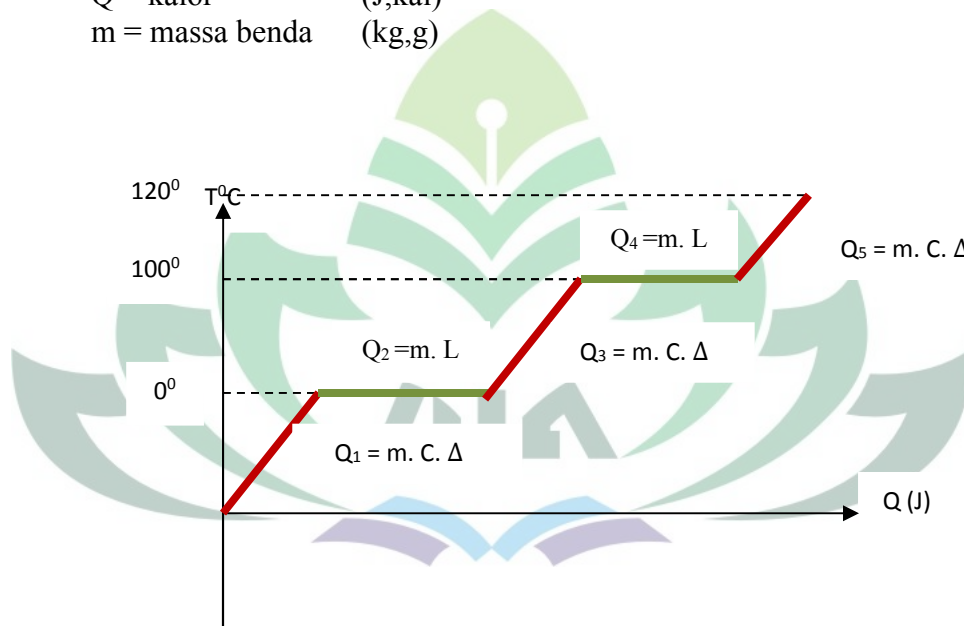
$$= -$$

Keterangan:

L = Kalor Laten (J, kal)

Q = kalor (J, kal)

m = massa benda (kg, g)



Gambar 2.10
Grafik Perubahan es-air-uap

²⁶Young & Freedman, *op.cit.*, h. 470.

a. Perpindahan Kalor

Energi panas berpindah dari benda yang bersuhu tinggi ke benda yang bersuhu rendah. Kalor dapat berpindah dengan 3 cara, yaitu: konduksi, konveksi, dan radiasi.²⁷

1) Perpindahan kalor secara konduksi



Keterangan

Saat kita mengaduk kopi yang panas maka tangan kita juga akan merasa panas. Fenomena tersebut merupakan contoh dari peristiwa perpindahan kalor secara konduksi.

Gambar 2.11 Mengaduk kopi

Konduksi adalah proses perpindahan kalor tanpa diikuti perpindahan partikel penghantarnya. Jadi, pada konduksi yang berpindah adalah energinya bukan mediumnya. Dalam kehidupan sehari-hari, dapat kita jumpai peralatan rumah tangga yang prinsip kerjanya memanfaatkan konsep perpindahan kalor secara konduksi, antara lain : setrika listrik, solder. Dengan persamaan:

²⁷Bambang Murdaka & Tri Kuntoro, *Fisika Dasar untuk Mahasiswa Ilmu-ilmu Eksakta dan Teknik*, (Yogyakarta: Salemba Teknik, 2008), h. 286.

$$= \frac{\Delta}{L}$$

Keterangan:

k = konduktivitas termal bahan (W/m K)

H = laju perpindahan kalor (J/s)

A = luas penampang (m²)

Δ = perubahan suhu sistem (K)

L = panjang sistem (m)

Beberapa jenis bahan padat sangat baik dalam menghantarkan kalor, bahan tersebut disebut konduktor. Adapun bahan penghantar kalor yang buruk disebut isolator.²⁸ Contoh jenis konduktor yang baik adalah logam, silikon, dan karbon. Contoh konduktor yang buruk adalah gelas, air, udara, plastik dan kayu.

2) Perpindahan kalor secara konveksi



Keterangan

Pada waktu merebus air, seluruh bagian air mempunyai panas yang sama dan udara di sekitarnya menjadi panas. Hal ini menunjukkan bahwa kalor dapat merambat melalui air dan gas.

Gambar 2.12
Proses perebusan air yang mendidih

Konveksi adalah perpindahan panas oleh gerakan massa pada fluida dari satu daerah ke daerah lainnya. Selain perpindahan kalor secara konveksi

²⁸*Ibid.*, h. 286.

terjadi pada zat cair, ternyata konveksi juga dapat terjadi pada gas/udara. Peristiwa konveksi kalor melalui penghantar gas sama dengan konveksi kalor melalui penghantar air. Kegiatan tersebut juga dapat digunakan untuk menjelaskan prinsip terjadinya angin darat dan angin laut.

$$= \dots \Delta$$

Keterangan:

H = laju perpindahan kalor (J/s)

h = tetapan konveksi

A = luas penampang (m²)

Δ = perubahan suhu sistem (K)

3) Perpindahan kalor secara radiasi



Keterangan

Saat kita berada diluar ruangan disaat terik matahari langsung maka kita akan merasa panas karena adanya perpindahan kalor dari matahari langsung ke bumi melalui ruang hampa udara

Gambar 2.13 Sinar matahari

Radiasi adalah perpindahan kalor dengan pancaran berupa gelombang elektromagnetik.²⁹ Gelombang elektromagnetik tidak membutuhkan partikel penghantar untuk merambat. Contoh perpindahan kalor secara radiasi, misalnya pada waktu kita mengadakan kegiatan perkemahan, di malam hari

²⁹Young & Freedman, *op.cit.*, h. 478

yang dingin sering menyalakan api unggun. Walaupun di sekitar kita terdapat udara yang dapat memindahkan kalor secara konveksi, tetapi udara merupakan penghantar kalor yang buruk (isolator). Jika antara api unggun dengan kita diletakkan sebuah penyekat atau tabir, ternyata hangatnya api unggun tidak dapat kita rasakan lagi. Lalu lampu pijar yang diletakkan di dalam ruangan tertutup dan ketika kita ukur menggunakan termometer akan mengalami perubahan kenaikan suhu.

Dengan persamaan:

$$= \dots$$

Keterangan:

σ = tetapan Boltzmann = $5,67 \times 10^{-8} \text{ W/m}^2\text{K}^4$

T = suhu benda (K)

e = emisivitas benda ($0 < e < 1$)

Laju radiasi energi dari permukaan berbanding lurus dengan luas penampang (A). Laju tergantung pada sifat alami permukaan, yang disebut dengan emisivitas. Emisivitas adalah angka tak berdimensi antara 0 dan 1, yang menggambarkan perbandingan laju radiasi dari permukaan tertentu terhadap laju radiasi dari permukaan radiasi ideal dengan luas dan suhu yang sama.³⁰

³⁰*Ibid*, h. 479

B. PENELITIAN YANG RELEVAN

Beberapa penelitian yang relevan dengan pengembangan mesin penetas telur sebagai aplikasi materi suhu dan kalor memberikan kesimpulan sebagai berikut:

1. Hasilnya diketahui bahwa mesin penetas telur yang dikembangkan adalah mesin yang berbasis mikrokontroler dengan *Fuzzy logic controller*. *Fuzzy logic controller* ini digunakan untuk mengontrol suhunya agar sesuai *set point*, sehingga diharapkan tidak terjadi fluktuasi suhu dalam mesin penetas.³¹
2. Suhu yang ditimbulkan oleh elemen pemanas dalam ruang penetas telur dapat terukur dan terkontrol oleh sensor suhu dan sistem mikrokontroler dengan rentan suhu dari 29,5⁰C hingga 47⁰C dan rata-rata faktor skala 10,05 mV/⁰C suhu dalam ruangan dan tegangan yang terukur memiliki hubungan yang relatif linier yaitu $R^2=0,93$.³²
3. Mesin tetas yang memiliki kapasitas maksimal 96 butir ini telah diuji coba untuk menetas telur ayam dan memiliki prosentase keberhasilan 89,1%, sedangkan mesin tetas yang secara konvensional yang digunakan sebagai pembanding memiliki prosentase keberhasilan sebesar 81,59%.³³

³¹Suprpto, Tjahjono, dan A. Sunarno, E. (2010), “Rancangan Bangun Mesin Penetas Telur Ayam Berbasis Mikrokontroler dengan *Fuzzy Logic Controller (Software)*”. http://digilib.its.ac.id/public/ITS-Nondegre-8175-7306030054_paper.pdf (diakses 09 Februari 2017).

³²Fadila, Erwin, dan Hendri Rachmat. “Pengendalian Suhu Berbasis Mikrokontroler pada Ruang Penetas Telur.” REKA ELKOMIKA 2.4 (2014) <http://ejurnal.itenas.ac.id/index.php/rekaelkomika/article/download/703/894>. (diakses 09 Februari 2017).

³³Imam Nurhadi, dan Eru Puspita, “Rancangan Bangun Mesin Penetas Telur Otomatis Berbasis Mikrokontroler ATMEGA8 Menggunakan SHT 11” <http://biosmart.mipa.uns.ac.id/index.php/biosmart/article/viewFile/167/128>. (diakses 02 Mei 2017).

4. Teknologi mesin penetas telur dapat digunakan sebagai sumber belajar dan meningkatkan pengetahuan, keterampilan, dan sikap siswa.³⁴

Perbedaan penelitian yang peneliti lakukan terhadap peneliti sebelumnya adalah penelitian sebelumnya dilakukan untuk penelitian untuk bidang teknik sementara peneliti ingin mengembangkan mesin penetas telur tersebut dalam bidang pendidikan yaitu khususnya pada materi suhu dan kalor yang diharapkan mampu meningkatkan kreativitas dan hasilnya dapat memberikan peluang untuk membuka lapangan pekerjaannya secara mandiri.

C. DESAIN MODEL

Model desain instruksional ADDIE (*Analysis-Desain-Develop-Implement-Evaluate*) yang dikembangkan oleh Reiser dan Mollenda (1990-an) merupakan model desain pembelajaran/pelatihan yang bersifat generik menjadi pedoman dalam membangun perangkat dan infrastruktur program pelatihan yang efektif, dinamis dan mendukung kinerja pelatihan itu sendiri. Sehingga membantu instruktur pelatihan dalam pengelolaan pelatihan dan pembelajaran. Model ADDIE ini menggunakan 5 tahap atau langkah pengembangan sebagai berikut.

³⁴Heru Nurcahyo dan Captono, “ Penerapan Teknologi Mesin Penetas Telur dari Barang Bekas sebagai Sumber Belajar dan Upaya Meningkatkan Kesejahteraan Siswa Sekolah Dasar di Kelurahan Pleret, Bantul” https://repository.usd.ac.id/3327/2/121134065_full.pdf. (diakses 10 Mei 2017).

1. Analisis (*Analyze.*)

Tahap analisis merupakan suatu proses *needs assessment* (analisis kebutuhan), mengidentifikasi masalah (kebutuhan) dan melakukan analisis tugas (*task analyze*). *Out put* yang dihasilkan berupa karakteristik atau profile calon peserta didik, identifikasi kebutuhan dan analisis tugas yang rinci didasarkan kebutuhan.

2. Desain (*Design*)

Tahap ini dikenal dengan istilah membuat rancangan (*blue print*), ibarat bangunan maka sebelum dibangun harus ada rancang bangun di atas kertas terlebih dahulu.

3. Pengembangan (*Development*).

Merupakan proses mewujudkan *blue print* alias desain tadi menjadi kenyataan. Artinya pada tahap ini segala sesuatu yang dibutuhkan atau yang akan mendukung proses pembelajaran semuanya harus disiapkan.

4. Implementasi (*Implementation*).

Implementasi adalah langkah nyata untuk menerapkan sistem pembelajaran yang sedang kita buat. Artinya, pada tahap ini semua yang telah dikembangkan diinstal atau diset sedemikian rupa sesuai dengan peran atau fungsinya agar bisa diimplementasikan. Setelah produk siap, maka dapat diujicobakan melalui kelompok besar kemudian dievaluasi dan direvisi. Kemudian uji coba dapat dilakukan pada kelompok besar kemudian

dievaluasi kembali dan direvisi, sehingga menghasilkan produk akhir yang siap diseminasikan.

5. Evaluasi (*Evaluation*)

Evaluasi adalah proses untuk melihat apakah sistem pembelajaran yang sedang dibangun berhasil, sesuai dengan harapan awal atau tidak. Tahap evaluasi bisa dilakukan pada setiap empat tahap di atas yang disebut evaluasi formatif, karena tujuannya untuk kebutuhan revisi. Misalnya pada tahap rancangan kita memerlukan *review* ahli untuk memberikan input terhadap rancangan yang sedang kita buat.





BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

A. TUJUAN PENELITIAN

Adapun tujuan dalam penelitian ini yaitu :

1. Mengembangkan mesin penetas telur sebagai aplikasi materi suhu dan kalor.
2. Mengetahui kelayakan mesin penetas telur sebagai aplikasi materi suhu dan kalor.
3. Mengetahui respon tenaga pendidik dan peserta didik terhadap mesin penetas telur sebagai aplikasi materi suhu dan kalor.

B. TEMPAT DAN WAKTU PENELITIAN

1. Tempat Penelitian

SMK Negeri 1 Kebun Tebu, SMK 1 Pagar Dewa, dan SMK Miftahul Ulum Lampung Barat.

2. Waktu Penelitian

Semester Ganjil Tahun Ajaran 2016/2017

C. KARAKTERISTIK SASARAN PENELITIAN

1. Objek Penelitian

Objek penelitian ini adalah pengembangan mesin penetas telur sebagai aplikasi materi suhu dan kalor di SMK Negeri 1 Kebun Tebu, SMK 1 Pagar Dewa, dan SMK Miftahul Ulum Lampung Barat.

2. Subjek Penelitian

Peserta didik Sekolah Menengah Kejuruan di SMK Negeri 1 Kebun Tebu, SMK 1 Pagar Dewa, dan SMK Miftahul Ulum Lampung Barat.

D. PENDEKATAN DAN METODE PENELITIAN

Pendekatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah pendekatan kuantitatif dan kualitatif. Metode penelitian yang peneliti gunakan pada penelitian ini adalah penelitian pengembangan. Penelitian dan pengembangan atau lebih dikenal dengan *Research and Development* (R&D) adalah metode penelitian yang digunakan untuk menghasilkan produk tertentu, dan menguji keefektifan produk tersebut.¹ Untuk dapat menghasilkan produk tertentu digunakan penelitian yang bersifat analisis kebutuhan dan untuk menguji keefektifan produk tersebut supaya dapat berfungsi di masyarakat luas, maka diperlukan penelitian untuk menguji produk tersebut.

Penelitian dan Pengembangan atau *Research and Development* (R&D) adalah suatu proses atau langkah-langkah untuk mengembangkan suatu produk baru, atau menyempurnakan produk yang telah ada, yang dapat dipertanggungjawabkan. Produk tersebut tidak selalu berbentuk benda atau perangkat keras (*hardware*, seperti buku, modul, alat bantu pembelajaran di kelas atau di laboratorium, tetapi bisa juga perangkat lunak (*software*), seperti program komputer untuk pengolahan data, pembelajaran di kelas, perpustakaan atau

¹Sugiyono, *Metode Penelitian Pendidikan* (Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D) (Bandung : Alfabeta, 2010), h. 407.

laboratorium, ataupun model-model pendidikan, pembelajaran, pelatihan, bimbingan, evaluasi, manajemen, dll.²

E. Langkah-langkah Pengembangan Produk

Pada penelitian ini sebagaimana telah dijelaskan sebelumnya bahwa peneliti menggunakan metode *research and development* (R&D) dari model ADDIE. Dari model pengembangan tersebut terdapat lima tahap. Namun peneliti membatasi penelitian ini karena keterbatasan baik secara materi maupun waktu, sehingga penelitian dilakukan hanya pada tahap keempat yaitu implementasi. Langkah-langkah dalam penelitian dan pengembangan yang peneliti laksanakan meliputi :

1. *Analysis*
2. *Design*
3. *Development*
4. *Implementation*

1. *Analysis* Kebutuhan

Analisis merupakan sebuah tahapan yang mendasari dalam membuat sebuah program atau media. Berdasarkan hasil wawancara dengan narasumber di SMK Negeri 1 Kebun Tebu, SMK 1 Pagar Dewa, dan SMK Miftahul Ulum Lampung Barat tersebut, tepatnya pada tenaga pendidik mata pelajaran fisika, peserta didik belum pernah mendapatkan sebuah media

²Noordyah, “*Metode Penelitian Pendidikan*”, <https://noordyah.wordpress.com/tugas-kuliah/langkah-langkah-penelitian-dan-pengembangan/> (diakses 09 April 2017).

yang merupakan hasil dari kreativitas peserta didik yang dapat menjelaskan konsep materi suhu dan kalor. Mesin penetas telur yang terbuat dari bahan-bahan yang sudah tidak terpakai lagi juga belum dikembangkan di SMK Negeri 1 Kebun Tebu, SMK 1 Pagar Dewa, dan SMK Miftahul Ulum Lampung Barat, karena di sekolah tersebut belum memanfaatkan suatu bahan dan alat-alat yang sudah tidak digunakan lagi menjadi suatu media pembelajaran yang mampu menambah potensi pengembangbiakkan yang ada di daerah tersebut, salah satunya yaitu ternak. Hal ini dilakukan untuk mendukung karakteristik serta *generic skill* dari lulusan sekolah SMK. Selain itu, media penetas telur yang memperhatikan faktor suhu dan kalor juga akan menambah variasi media pembelajaran di sekolah tersebut.

2. Design (perancangan)

Setelah ditemukannya masalah pada tahap sebelumnya, maka peneliti akan melakukan pengkajian materi dan pengkajian perangkat media pembelajaran teknologi mesin penetas telur.

a. Pengkajian materi

Pada tahap ini ditentukan materi yang akan disampaikan pada peserta didik. Materi yang dipilih dalam penelitian ini adalah materi fisika pada pokok bahasan suhu dan kalor, Kemudian ditentukan indikator dari materi yang dipilih. Dalam menentukan indikator, perlu dilakukan konsultasi dengan ahli materi, agar didapatkan indikator yang tepat untuk

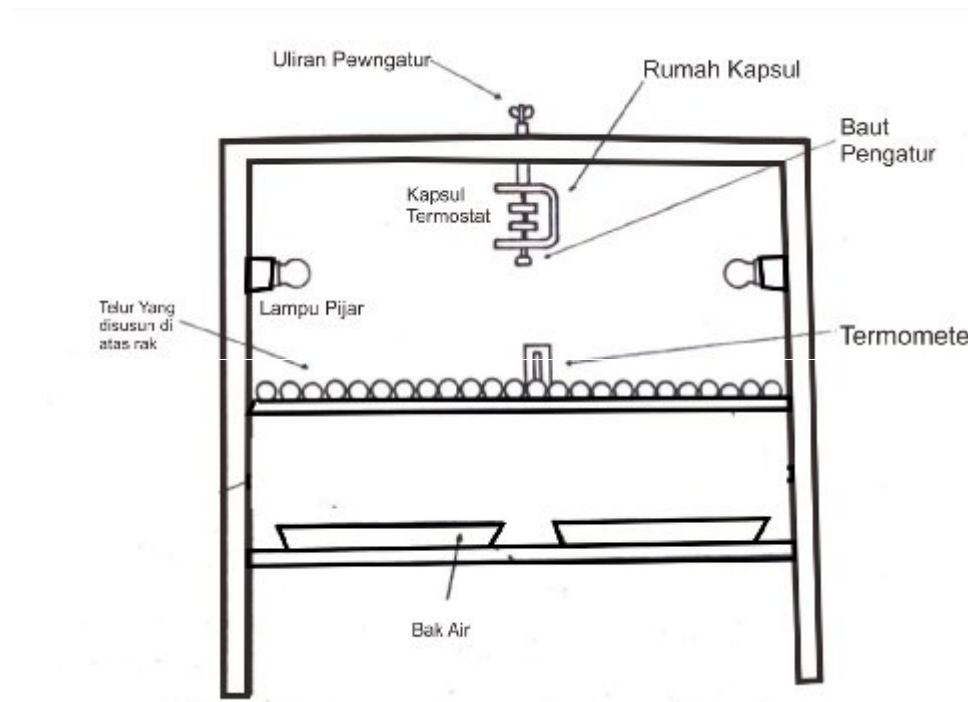
dikembangkan sebagai rambu-rambu dalam pembuatan media pembelajaran.

b. Perangkat pembuatan media

Setelah ditetapkan materi yang akan dikemas dalam media pembelajaran, tahap selanjutnya adalah pengkajian perangkat pembuatan media. Dalam pembuatan media pembelajaran digunakan alat dan bahan sebagai berikut:

- a) Bahan, Multiplek 1 lembar, Triplek, Kayu kecil (Reng) secukupnya dan pastikan cukup untuk ukuran : 40cm 1 batang, 30cm 2 batang, Lem kayu secukupnya, 2 set penerangan : Lampu pijar 5W 2 buah, *Fitting* lampu 2 buah, 1 Termostat, Kabel listrik \pm 3M, 1 Lembar kawat kasa 0,6cm (26,25cm x 36,25cm), 1 Lembar plastik mika ukuran kertas folio, 1 Saklar *On/Off*, Klem kabel (Penjepit Kabel), Isolasi secukupnya, 1 Termometer, 1 pcs Stop Kontak, baskom plastik persegi
- b) Alat, Gergaji, Palu, Penggaris siku, Meteran, Tatah/ Bor (Pelubang Kayu), *Cutter*, Obeng *Plus & Minus*, Gunting, Tang, *Stappler*, Pensil.

Alat-alat yang sudah dikumpulkan dapat diproses dengan membuat sebuah inkubator berbentuk kubus yang dapat kita rangkai, agar menjadi mesin penetas telur sederhana.

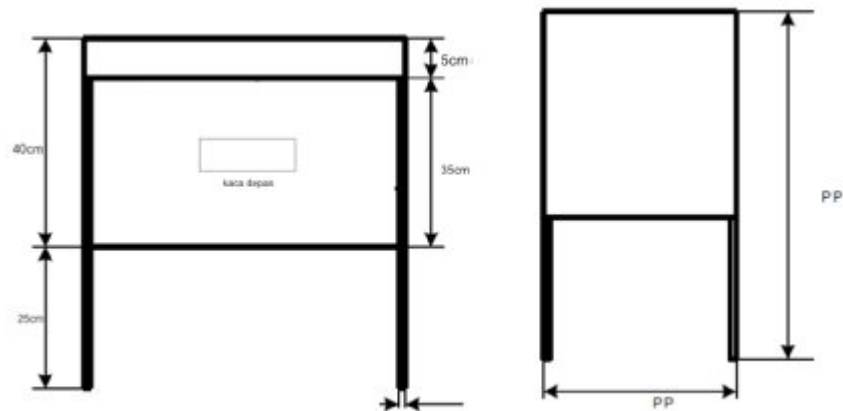


Gambar 3.1 Skema Mesin Penetas Telur

3. *Development* (pengembangan)

Setelah dilakukannya pengumpulan data pada tahap sebelumnya, maka peneliti akan merencanakan *design* produk berupa media pembelajaran teknologi mesin penetas telur pada pembelajaran fisika pokok bahasan suhu dan kalor, sehingga bermanfaat bagi tenaga pendidik dan peserta didik dalam meningkatkan kualitas proses pembelajaran. Adapun langkah-langkah yang dilakukan dalam pembuatan media pembelajaran teknologi mesin penetas telur ini adalah sebagai berikut;

a. Membuat inkubator mesin penetas.

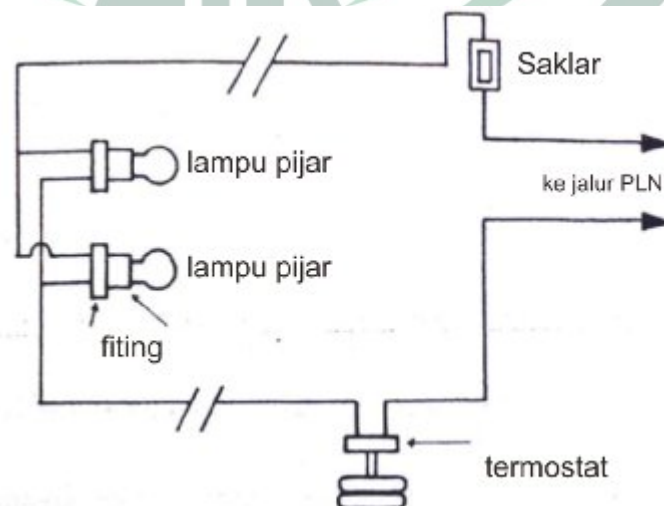


Gambar 3.2 Skema Penampang Inkubator Mesin Penetas

b. Instalasi lampu penerangan:

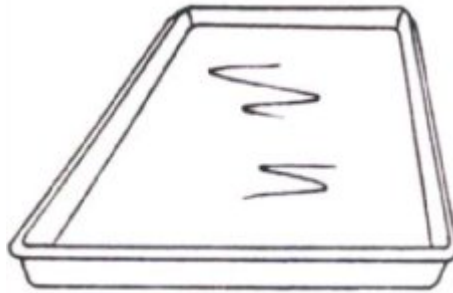
1) Instalasi lampu penerangan dan Instalasi termostat

Instalasi lampu penerangan kita gunakan lampu pijar yang sudah dirangkai sedemikian rupa, agar lampu pijar tersebut dapat menyala dengan ketentuan yang kita inginkan.



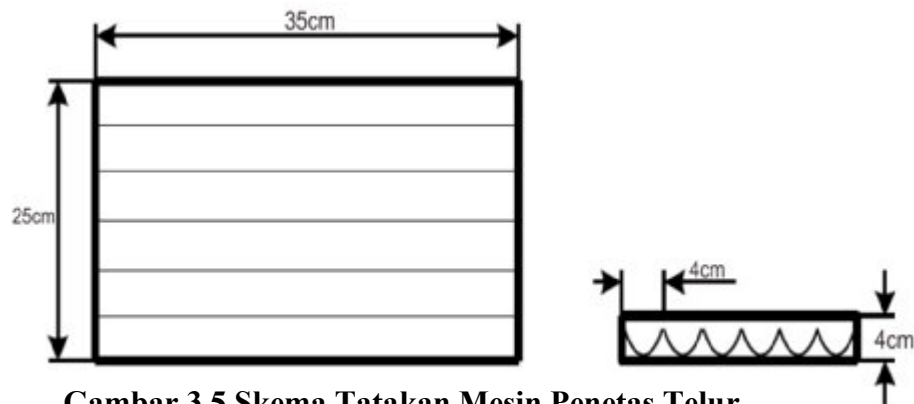
Gambar 3.3 Skema Pemasangan Lampu dan Termostat.

- c. Membuat dan menyiapkan bak air.



Gambar 3.4 Bak Air Mesin Penetas Telur

- d. Membuat tempat tatakan telur.



Gambar 3.5 Skema Tatakan Mesin Penetas Telur

Berdasarkan pemaparan di atas, maka akan diadakan uji validasi desain, dan validasi materi, dimana yang akan dilakukan validasi yaitu berkaitan dengan media pembelajaran teknologi mesin penetas telur pada pembelajaran fisika pokok bahasan suhu dan kalor oleh beberapa

validator yang sudah berpengalaman. Pada tahap validasi desain, adapun langkah-langkah yang peneliti lakukan, yaitu sebagai berikut:

- 1) Menentukan indikator penilaian yang digunakan untuk menilai produk yang telah dibuat;
- 2) Menyusun instrumen penilaian produk berdasarkan indikator penilaian yang telah ditentukan;
- 3) Melaksanakan penilaian produk yang dilakukan oleh ahli desain bahan ajar atau media pembelajaran;
- 4) Melakukan analisis terhadap hasil penilaian produk untuk menghasilkan produk yang lebih menarik ;
- 5) Merumuskan rekomendasi perbaikan berdasarkan hasil penilaian; dan
- 6) Mengkonsultasikan hasil rekomendasi perbaikan yang telah diperbaiki kepada pembimbing.

Pengujian ini dilakukan setelah peneliti menyelesaikan uji coba terhadap ahli materi dan melakukan revisi sesuai dengan masukan yang diberikan oleh ahli materi. Setiap validator diminta untuk memberikan penilaian kemudian akan dilakukan analisis data, sehingga dapat diketahui kelemahan dan kekurangannya. Validator desain media pembelajaran pada pengembangan teknologi mesin penetas telur pada pembelajaran fisika pokok bahasan suhu dan kalor adalah ahli dalam bidangnya yaitu terdiri dari ahli media dan ahli materi.

Setelah melakukan validasi desain maka akan dilakukan revisi produk yang bertujuan untuk memperbaiki kelemahan atau kekurangan yang didapat setelah melakukan validasi oleh validator pada tahap sebelumnya terhadap produk sebelumnya.

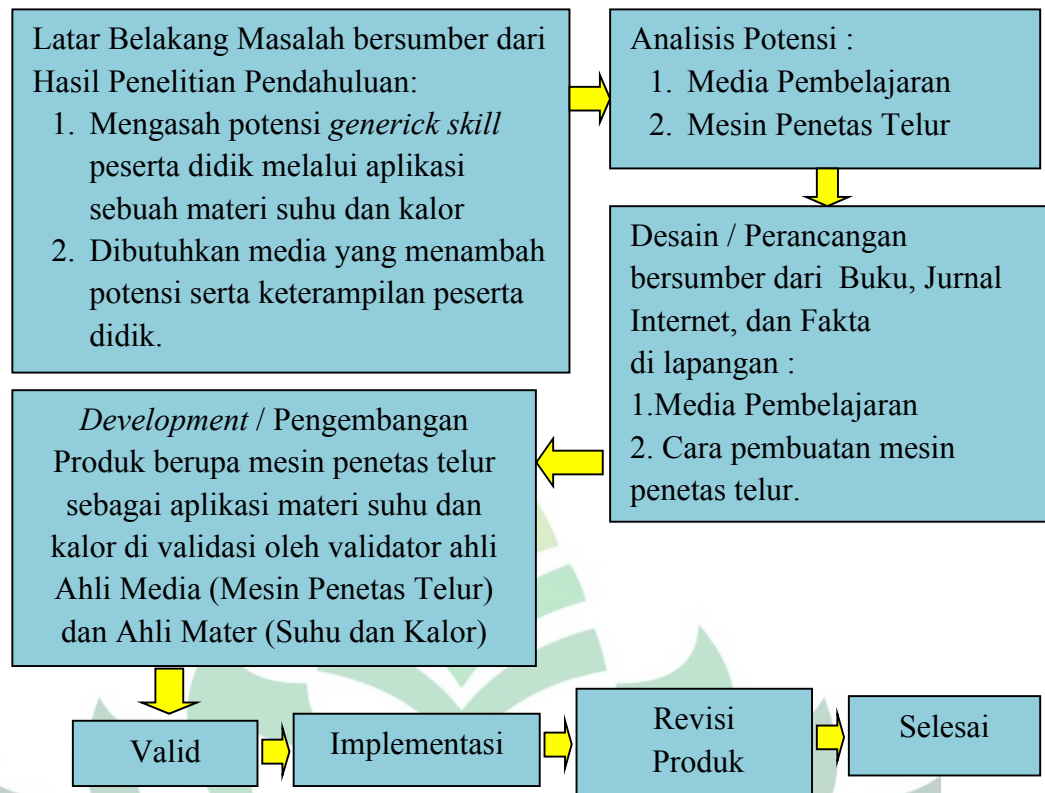
4. *Implementation (implementasi)*

Tahap implementasi ini produk akan diujicobakan dengan cara uji coba perorangan (*one-to-one trying out*) uji coba perorangan dilakukan kepada 1-3 subjek, uji coba kelompok kecil (*small group tryout*) 6-8 subjek, dan uji coba lapangan (*field tryout*) melibatkan 15-30 subjek.³

Produk ini akan diujicobakan kepada 3 peserta didik pada uji coba perorangan, 8 peserta didik pada uji coba kelompok kecil, dan 25 peserta didik pada uji coba lapangan di SMK Negeri 1 Kebun Tebu, SMK 1 Pagar Dewa, dan SMK Miftahul Ulum Lampung Barat. Pada tahap ini masing-masing peserta didik dibagikan angket untuk mengetahui respon peserta didik terhadap teknologi mesin penetas telur aplikasi materi suhu dan kalor.

Adapun tahapan yang harus dilakukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

³Punaji Setyosari, *Metode Penelitian Pendidikan dan Pengembangan*, (Jakarta: Prenada Media Group, 2012), h. 225-226.



Gambar 3.6 Tahap Penelitian

F. Pengumpulan Data dan Analisis Data

1. Pengumpulan Data

Pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian pengembangan mesin penetas telur sebagai aplikasi materi suhu dan kalor adalah sebagai berikut:

a. Wawancara (*Interview*)

Wawancara adalah sebuah dialog yang dilakukan oleh pewawancara (*interviewer*) untuk memperoleh informasi dari terwawancara (*interviewee*).

Interview digunakan peneliti untuk menilai keadaan seseorang, misalnya untuk

mencari data tentang variabel latar belakang tentang peserta didik, orang tua, pendidikan, perhatian, sikap terhadap sesuatu.⁴

b. Instrumen Validasi Produk

Instrumen validasi bertujuan untuk memperoleh penilaian dari validator mengenai media dan materi yang dikembangkan oleh peneliti. Hasil dari validator akan digunakan sebagai acuan apakah media dan materi tersebut sudah valid atau belum valid. Instrumen validasi disusun dengan kriteria penilaian kisi-kisi instrumen media, dan materi fisika.

c. Kuesioner Respon Tenaga Pendidik dan Peserta Didik

Kuesioner suatu alat pengumpul informasi dengan cara menyampaikan sejumlah pertanyaan secara tertulis untuk menjawab secara tertulis pula oleh responden. Kuesioner seperti halnya *interview*, dimaksudkan untuk memperoleh informasi tentang diri responden atau informasi tentang orang lain.⁵ Kuesioner respon tenaga pendidik dan peserta didik digunakan untuk mengumpulkan tanggapan atau respon terhadap produk yang dikembangkan, lalu kuesioner diisi setelah uji coba produk.

d. Dokumentasi

Dokumentasi yang dilakukan peneliti yaitu berupa pengambilan gambar atau foto dan video ketika uji coba teknologi mesin penetas telur pada uji coba perorangan, uji coba kelompok kecil, dan uji coba lapangan.

⁴Suharsimi Arikunto, *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktik*, (Jakarta: Rineka Cipta, 2013), h. 198.

⁵Margono, *Metodologi Penelitian Pendidikan*, (Jakarta: Rineka Cipta, 2010), h. 167-168.

2. Analisis Data

Setelah melakukan pengumpulan data seperti yang telah dijelaskan di atas, maka peneliti menganalisis data tersebut melalui analisis berikut ini :

1. Analisis Angket Validasi

Instrumen validasi berisi pertanyaan yang telah disediakan oleh peneliti. Nilai akhir butir yang diperoleh merupakan nilai rata-rata per indikator dari total nilai jawaban per indikator. Untuk mengetahui peringkat nilai akhir untuk butir yang bersangkutan jumlah nilai tersebut harus dibagi dengan banyaknya responden yang menjawab angket tersebut.⁶ Berdasarkan paparan di atas, maka untuk menghitung nilai rata-rata per indikator menggunakan rumus berikut : ⁷

$$= \frac{\sum}{N}$$

Keterangan :
 $\frac{\sum}{N}$ = Nilai rata-rata per aspek penilaian
 \sum = Jumlah total nilai jawaban dari validator
 N = Jumlah validator

Adapun kriteria validasi analisis rata-rata yang digunakan dapat dilihat melalui tabel berikut :

⁶Suharsimi Arikunto, *Dasar-dasar Evaluasi Pendidikan*, (Jakarta: Bumi Aksara, 2010), h. 264.

⁷*Ibid.*

Tabel 3.1 Kriteria Validasi Analisis Rata-rata Per Indikator⁸

Rata-rata	Kriteria Validasi
$4,21 \leq \leq 5,00$	Sangat Valid
$3,41 \leq < 4,20$	Valid/Tidak Revisi
$2,61 \leq < 3,40$	Cukup Valid/Tidak Revisi
$1,80 \leq < 2,60$	Kurang Valid/Sebagian Revisi

2. Analisis Data Respon Peserta Didik

Data respon peserta didik diperoleh dari angket respon peserta didik terhadap media pembelajaran yang dianalisis dengan cara presentase. Untuk mencari presentasenya menggunakan rumus berikut:⁹

$$P = \frac{\Sigma}{\text{Jumlah}} \times 100 \%$$

Keterangan :

P = jumlah presentase yang dicapai

Angket respon peserta didik juga dianalisis dengan skala *Likert* yang menggunakan skala mulai dari skor 1 sampai skor 5. Adapun kategori kebutuhan keberadaan teknologi mesin penetas telur yang digunakan dapat dilihat pada tabel berikut :

⁸Yuberti, Pengembangan Media Pembelajaran Berbasis *Kvisoft Flipbook Maker* yang Merujuk pada Nila-nilai Keislaman di Perguruan Tinggi Negeri Lampung (Lampung: LP2M 2015) https://lp2m.radenintan.ac.id/templates/loko-hijau/penelitian/download/2015_YubertiPengembangan%20Mendia%20Pembelajaran.pdf (diakses 20 Februari 2017).

⁹Sri Latifah, "Pengembangan Modul IPA Terpadu Terintegrasi Ayat-ayat Al-Qur'an pada Materi Air Sebagai Sumber Kehidupan" *Jurnal Ilmiah Pendidikan Fisika ' Al-Biruni'* (2015) <http://ejournal.radenintan.ac.id/index.php/al-biruni/index> (diakses 20 Februari 2017).

Tabel 3.2 Skor Respon Pendidik dan Peserta Didik¹⁰

Presentase (%)	Kriteria
0% – 20%	Sangat Tidak Layak
21% – 40%	Tidak Layak
41% – 60%	Cukup Layak
61%– 80%	Layak
81% – 100%	Sangat Layak

Hasil penelitian ini dinyatakan baik apabila $\geq 80\%$ (subjek uji coba) memberikan respon positif terhadap aspek yang ditanyakan.¹¹



¹⁰Ardian Asyhari dan Helda Silvia, “Pengembangan Media Pembelajaran Berupa Buletin dalam Bentuk Buku Saku untuk Pembelajaran IPA Terpadu” *Jurnal Ilmiah Pendidikan Fisika ‘ Al-Biruni’* (2016) <http://ejournal.radenintan.ac.id/index.php/al-biruni/index> (diakses 25 Februari 2017).

¹¹Trianto (2010), dikutip oleh Atris Putri Ningrum, “Pengembangan Bahan Ajar Berupa Modul Berbasis Quantum Teaching pada Pembelajaran Fisika di SMA,” (Skripsi, Universitas Jember, 2016), h. 36.

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Pengembangan Model

Jenis penelitian yang dilakukan adalah penelitian dan pengembangan dengan produk yang dikembangkan berupa mesin penetas telur sebagai aplikasi materi suhu dan kalor. Model pengembangan yang digunakan dalam penelitian ini adalah model pengembangan ADDIE, dengan tahap *analysis* (analisis) desain (*design*), pengembangan (*develop*), implementasi (*implement*), dan evaluasi (*evaluate*). Hasil uraian lebih lanjut terkait pengembangan mesin penetas telur sebagai aplikasi materi suhu dan kalor dijelaskan pada poin B dan C. Pencapaian tujuan dari penelitian dan pengembangan tersebut maka tahap-tahap yang dilakukan adalah sebagai berikut:

B. Kelayakan Model

1. Analisis (Analysis)

Analisis dilakukan di SMK 1 Pagar Dewa, SMK Negeri 1 Kebun Tebu dan SMK Miftahul Ulum dengan melihat karakteristik sekolah tersebut, hasilnya sekolah belum memanfaatkan suatu bahan dan alat-alat yang sudah tidak digunakan lagi menjadi suatu media pembelajaran berupa alat peraga yang mampu menambah potensi pengembangbiakkan yang ada di daerah tersebut, salah satunya yaitu ternak. Hasil dari analisis tersebut lalu peneliti mengembangkan mesin penetas telur sebagai aplikasi materi suhu dan kalor .

Hal ini dilakukan untuk mendukung karakteristik serta *generic skill* dari lulusan sekolah SMK .

2. *Design* (Perancangan)

Spesifikasi produk yang akan dikembangkan adalah alat peraga pembelajaran yang dapat membantu pendidik dan peserta didik dalam proses pembelajaran. Berikut adalah perencanaan pengembangan mesin penetas telur sebagai alat peraga fisika yang dikembangkan :

- a. Mengumpulkan alat dan bahan yang digunakan untuk membuat mesin penetas telur;
- b. Membuat kerangka inkubator mesin penetas telur menggunakan triplek dengan ukuran 30 cm x 40 cm;
- c. Membuat lubang ventilasi pada bagian atas inkubator dengan diameter 5 cm;
- d. Merangkai termostat, saklar, dan jiting di dalam kotak inkubator mesin penetas telur;
- e. Membuat pintu inkubator guna untuk membuka dan menutup inkubator ketika mesin penetas telur akan dioperasikan;
- f. Membuat lubang berbentuk persegi panjang dengan ukuran 7 cm x 4 cm pada bagian depan pintu serta menempel kaca tersebut di bagian dalam pintu;
- g. Membuat rak untuk meletakkan telur yang terbuat dari kawat rim.



Gambar 4.1 Desain Produk Awal Sebelum Validasi

3. *Develop* (Pengembangan)

Pada tahap pengembangan ini peneliti melakukan validasi produk. Produk divalidasi oleh validator sesuai pada bidangnya. Produk ini diujikan pada 6 tim ahli yakni Bapak Ajo Dian Yusandika, M.Si, Bapak Irwandani, M.Pd, Bapak Sodikin, M.Pd , Ibu Happy Komikesari, M.Si, Ibu Rahma Diani, M.Pd, dan Ibu Mukarramah Mustari, M.Pd.

1. Validasi Media

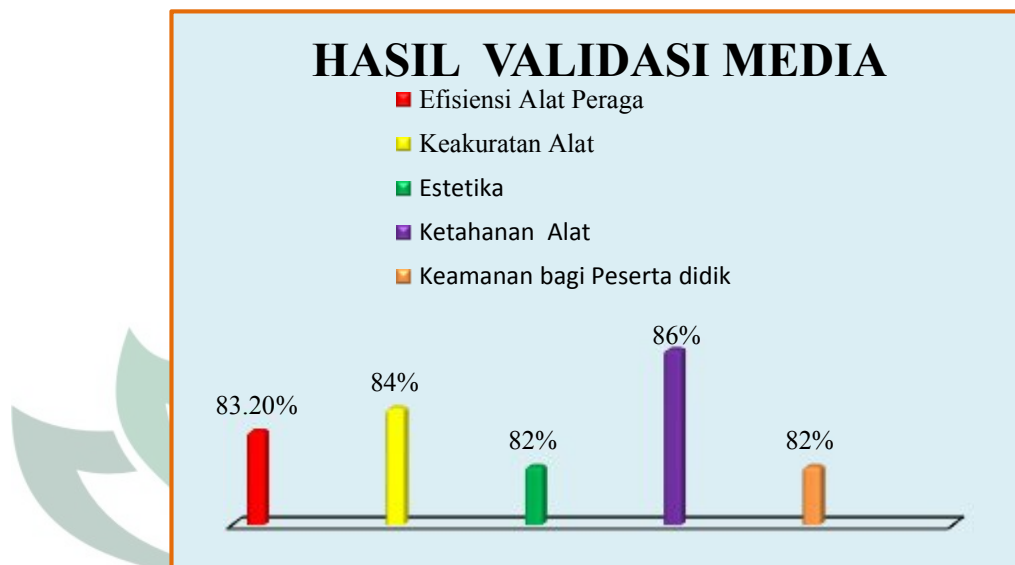
Validasi media dengan indikator penilaian meliputi efisiensi alat peraga, keakuratan alat peraga, estetika, ketahanan alat, dan keamanan bagi peserta didik. Ahli media bertujuan untuk melihat kelayakan mesin penetas telur sebagai aplikasi materi suhu dan kalor. Berikut rekapitulasi hasil validasi media.

Tabel 4.1 Hasil Validasi Media

Aspek Penilaian	Nomor Butir Penilaian	V1	V2	V3	ΣV	Nilai Rata-rata 3 Validator	Rata-rata per Aspek dari 3 Validator	Rata - rata per Aspek	Kriteria Validasi
	1	4	4	4	12	4			
	2	4	4	5	13	4,33			
	3	4	4	5	13	4,33			
	4	4	4	4	12	4			
	5	4	4	5	13	4,33			
	6	4	4	4	12	4			
	7	4	4	5	13	4,33			
	8	4	4	4	12	4			
	9	4	4	4	12	4			
	10	4	4	5	13	4,33			
Ketahanan Alat	11	4	4	5	13	4,33	13	4,33	Sangat Valid
	12	4	4	5	13	4,33			
	13	4	4	4	12	4			
	14	4	4	4	12	4			
	15	4	4	5	13	4,33			
Jumlah		60	60	68	188	62,67	12,6	4,2	Valid

Tabel 4.1 menyatakan bahwa ahli media terdiri dari tiga yakni Bapak Ajo Dian Yusandika, M.S,i Bapak Irwandani, M.Pd dan Bapak Sodikin, M.Pd . Hasil perhitungan persentase dari rata-rata aspek efisiensi alat peraga dengan skor yang diperoleh yakni 4,16 dibagi dengan skor maksimal 5,00 dan dikalikan 100%, sehingga persentase rata-rata aspek efisiensi alat peraga sebesar 83,2%. Rata-rata aspek keakuratan alat dengan skor yang diperoleh 4,2 yakni dibagi dengan skor maksimal 5,00 dan dikalikan 100%, sehingga persentase rata-rata aspek keakuratan alat sebesar 84%. Rata-rata aspek estetika dengan skor yang diperoleh 4,1 yakni dibagi dengan skor maksimal 5,00 dan dikalikan 100%, sehingga persentase rata-rata aspek estetika sebesar 82%. Rata-rata aspek ketahanan alat dengan skor yang diperoleh 4,3 yakni

dibagi dengan skor maksimal 5,00 dan dikalikan 100%, sehingga persentase rata-rata aspek ketahanan alat sebesar 86%. Rata-rata aspek keamanan bagi peserta didik dengan skor yang diperoleh 4,1 yakni dibagi dengan skor maksimal 5,00 dan dikalikan 100%, sehingga persentase rata-rata aspek keamanan bagi peserta didik sebesar 82%. Tabel hasil penilaian berupa persentase per aspek digambarkan pada diagram berikut:



Gambar 4.2 Diagram Penilaian Validasi Media

Gambar 4.2 menunjukkan diagram penilaian validasi ahli media dengan menunjukkan lima warna yakni merah, kuning, hijau, ungu, dan *oranye*. Warna merah menjelaskan tentang persentase dari aspek efisiensi alat peraga sebesar 83,20%, warna kuning menjelaskan persentase dari keakuratan alat peraga sebesar 84%, warna hijau menjelaskan persentase dari estetika alat peraga sebesar 82%, warna ungu menjelaskan persentase dari ketahanan alat sebesar 86%, dan warna *oranye* menjelaskan persentase dari keamanan bagi peserta didik sebesar 82%. Rata-rata persentase kelima aspek pada produk

mesin penetas telur sebagai aplikasi materi suhu dan kalor berurutan sebesar 83,20%, 84%, 82%, 86% dan 82% dibagi dengan jumlah aspek yakni 5 aspek sehingga rata-rata persentase sebesar 83,44% dengan kategori sangat layak.

Persentase pada tabel 4.1 menyatakan bahwa hasil validasi sangat layak jika 81% – 100%, dikatakan layak jika 61% – 80%, cukup layak jika 41% – 60%, tidak layak jika 21% – 40%, dan sangat tidak layak jika 0% – 20%.

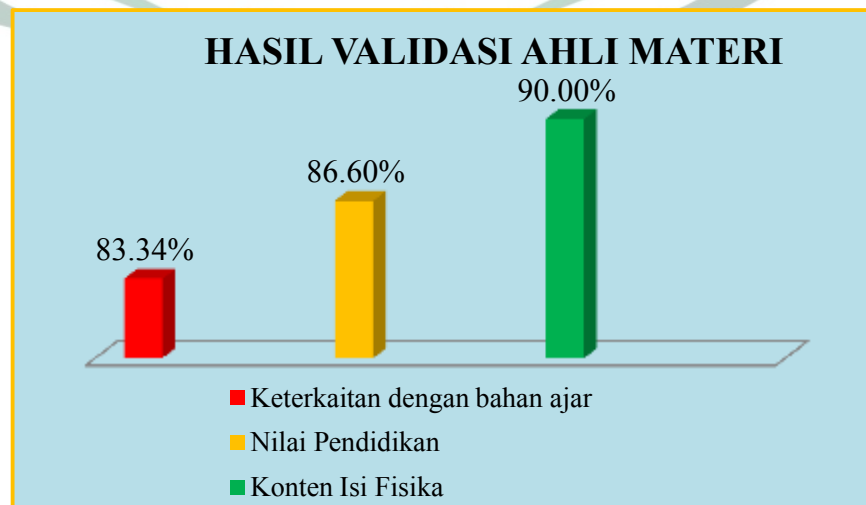
2. Validasi Materi

Validasi materi dengan indikator kesesuaian alat peraga dengan bahan ajar, nilai pendidikan, dan konten isi fisika. Validasi ahli materi ini bertujuan untuk mengukur seberapa layak materi yang disajikan dalam alat peraga mesin penetas telur sebagai aplikasi materi suhu dan kalor. Tabel hasil validasi materi oleh para ahli sebagai berikut:

Tabel 4.2 Hasil Validasi Ahli Materi

Aspek Penilaian	Nomor Butir Penilaian	V1	V2	V3	ΣV	Nilai Rata-rata 3 Validator	Rata-rata per Aspek dari 3 Validator	Rata - rata per Aspek	Kriteria Validasi
	1	4	4	5	13	4,33			
	2	4	5	4	13	4,33			
	3	4	4	4	12	4			
	4	4	4	4	12	4			
	5	5	5	4	14	4,67			
	6	4	4	4	12	4			
	7	4	4	4	12	4			
	8	5	4	4	13	4,33			
	9	5	5	4	14	4,67			
	10	4	4	4	12	4			
	11	5	5	5	15	5			
Jumlah		48	48	46	142	47,33	13	4,3	Valid

Tabel 4.2 menyatakan bahwa ahli materi terdiri dari tiga yakni Ibu Happy Komikesari, M.Si, Ibu Rahma Diani, M.Pd dan Ibu Mukarramah Mustari, M.Pd. Hasil perhitungan persentase dari rata-rata aspek keterkaitan dengan bahan ajar 4,167 dibagi dengan skor maksimal 5,00 dan dikalikan dengan 100%, sehingga diperoleh persentase sebesar 83,34 %. Rata-rata skor aspek kelayakan nilai pendidikan sebesar 4,33 dibagi dengan skor maksimal 5,00, sehingga persentase untuk aspek nilai pendidikan sebesar 86,6%. Rata-rata skor aspek kelayakan konten isi fisika sebesar 4,5 dibagi dengan skor maksimal sebesar 5,00 dikalikan dengan 100%, sehingga persentase aspek konten isi fisika sebesar 90%. Tabel hasil penilaian berupa persentase per aspek digambarkan pada diagram berikut:



Gambar 4.3 Hasil Validasi Materi

Gambar 4.3 menunjukkan diagram penilaian validasi ahli materi dengan menunjukkan tiga warna yakni merah, kuning, dan hijau. Warna merah menjelaskan tentang persentase dari aspek keterkaitan dengan bahan ajar dengan persentase sebesar 83,34%. Warna kuning menjelaskan tentang aspek nilai pendidikan dengan persentase sebesar 86,60%. Warna hijau menjelaskan aspek konten isi fisika dengan persentase sebesar 90%. Rata-rata persentase ketiga aspek yang berurutan jumlah dari aspek keterkaitan dengan bahan ajar 83,34%, nilai pendidikan 85,6%, dan konten isi fisika 90% kemudian dibagi dengan jumlah banyak aspek yakni tiga aspek pada produk mesin penetas telur sebagai aplikasi materi suhu dan kalor sebesar 86,64% dengan kategori sangat layak. Persentase pada tabel 4.2 menyatakan bahwa hasil validasi sangat layak jika 81% – 100%, dikatakan layak jika 61% – 80%, cukup layak, jika 41% – 60%, tidak layak, jika 21% – 40%, dan sangat tidak layak jika 0% – 20%.

3. Revisi Desain

Mesin penetas telur sebagai aplikasi materi suhu dan kalor telah divalidasi oleh para ahli media dan ahli materi, maka tahap yang selanjutnya memperbaiki mesin penetas telur sesuai dengan kritik dan saran yang diberikan oleh para validator. Hasil validasi oleh validator tersebut memberikan informasi kepada peneliti terkait kelemahan pada media

pembelajaran mesin penetas telur sebagai aplikasi materi suhu dan kalor.

Berikut kritik dan saran yang diberikan oleh validator:

Tabel 4.3 Data Kritik dan Saran Para Ahli

No	Validator	Kritik dan Saran	Keterangan
		1. Buat sketsa	
		2. Konsep alat yang dibuat	
		3. Beri identitas setiap komponen	
		4. Buat tampilan alat/media yang menarik jika digunakan sebagai alat peraga di sekolah	
		5. Alat penerawang telur dibuat yang aman dan tepat.	
2.	Ahli Materi	Mantapkan lagi untuk teori suhu dan kalornya dan keterkaitannya dengan alat yang dibuat.	Sudah Diperbaiki

Berdasarkan kritik dan saran yang diberikan oleh para validator terhadap mesin penetas telur sebagai aplikasi materi suhu dan kalor, peneliti melakukan revisi untuk memperbaiki kesalahan dan kekurangan yang terdapat pada mesin penetas telur sebagai aplikasi materi suhu dan kalor. Berikut adalah hasil revisi yang telah diperbaiki sesuai saran perbaikan dari validator ahli media berupa pembuatan sketsa, konsep alat yang dibuat, pemberian identitas setiap komponen, membuat tampilan media yang menarik jika digunakan sebagai alat peraga di sekolah dengan penambahan warna dan gambar ayam pada mesin penetas telur, alat penerawang telur dibuat yang aman, dan penambahan corong pada mesin penetas telur. Hasil revisi ditunjukkan pada gambar 4.4 hasil desain setelah validasi.



Gambar 4.4 Hasil Desain Setelah Validasi

4. Implementation (Implementasi)

Implementasi dari media yang dikembangkan dilihat pada hasil uji coba produk yang dilakukan peneliti di SMK 1 Pagar Dewa, SMK Negeri 1 Kebun Tebu dan SMK Miftahul Ulum. Angket tanggapan pendidik dan peserta didik digunakan untuk melihat respon tenaga pendidik dan respon peserta didik terhadap mesin penetas telur sebagai aplikasi materi suhu dan kalor yang dikembangkan. Berikut ini akan dipaparkan hasil respon tenaga pendidik dan peserta didik.

1. Respon Tenaga Pendidik

Aspek penilaian respon tenaga pendidik meliputi keakuratan alat peraga dengan bahan ajar, nilai pendidikan, efisiensi alat peraga, keakuratan alat peraga, estetika, ketahanan alat, dan keamanan bagi peserta didik. Angket

respon tenaga pendidik terdiri dari 24 pernyataan yang berupa skor penilaian menggunakan skala Likert dengan skala 1 sampai 5. Produk mesin penetas telur sebagai aplikasi materi suhu dan kalor direspon oleh pengampu mata pelajaran Fisika SMK 1 Pagar Dewa, SMK Negeri 1 Kebun Tebu dan SMK Miftahul Ulum. Pengampu mata pelajaran fisika SMK 1 Pagar Dewa dengan Bapak Aris Munandar, S.Pd lalu direspon oleh pengampu mata pelajaran fisika SMK Negeri 1 Kebun Tebu dengan Bapak Mulkian, S.Pd, dan SMK Miftahul Ulum dengan Bapak Sidiq Widodo S.Pd.

Hasil penilaian respon tenaga pendidik tersebut ditampilkan pada tabel berikut:

Tabel 4.4 Hasil Respon Tenaga Pendidik terhadap Media Pembelajaran

Aspek Penilaian	No	TP1	TP2	TP3	ΣR	Nilai Rata-rata ΣR	Rata-rata per Aspek dari ΣR	Rata-rata per Aspek	Kriteria
	1	5	5	5	15	5			
	2	5	5	5	15	5			
	3	5	5	5	15	5			
	4	4	4	5	13	4,33			
	5	5	5	5	15	5			
	6	5	5	5	15	5			
	7	4	4	5	13	4,33			
	8	5	5	5	15	5			
	9	5	5	5	15	5			
	10	5	5	4	14	4,66			
	11	5	5	5	15	5			
	12	5	5	4	14	4,66			
	13	4	4	4	12	4			
	14	4	4	5	13	4,33			
	15	5	4	5	14	4,66			
	16	5	5	4	14	4,66			

Estetika	17	5	5	5	15	5	13,33	4,44	Sangat Valid
	18	4	4	4	12	4			
	19	4	4	5	13	4,33			
Ketahanan Alat	20	5	5	5	15	5	15	5	Sangat Valid
	21	5	5	5	15	5			
	22	5	5	5	15	5			
	23	4	4	4	12	4			
	24	4	4	5	13	4,33			
Jumlah		112	111	114	337	112,3	14,1	4,71	Sangat Valid

Berdasarkan tabel 4.4 hasil persentase penilaian dari aspek keakuratan alat peraga dengan bahan ajar sebesar 5 dibagi dengan skor maksimal 5,00 lalu dikalikan dengan 100%, sehingga diperoleh persentase sebesar 100%, Skor aspek nilai pendidikan sebesar 4,867 dibagi dengan skor maksimal 5,00 dan dikalikan dengan 100%, sehingga diperoleh persentase sebesar 97,34%. Skor aspek efisiensi alat peraga sebesar 4,583 dibagi dengan 5,00 dan dikalikan 100%, sehingga diperoleh persentase sebesar 91,66%. Skor aspek keakuratan alat peraga sebesar 4,556 dibagi dengan skor maksimal 5,00 lalu dikalikan dengan 100%, sehingga diperoleh persentase sebesar 91,12%. Skor aspek estetika sebesar 4,44 dibagi dengan skor maksimal 5,00 lalu dikalikan dengan 100%, sehingga diperoleh persentase sebesar 88,8%. Skor aspek ketahanan alat sebesar 5 dibagi dengan skor maksimal 5,00 lalu dikalikan dengan 100%, sehingga diperoleh persentase sebesar 100%, Skor aspek keamanan bagi peserta didik sebesar 4,583 dibagi dengan skor maksimal 5,00 lalu dikalikan dengan 100%, sehingga diperoleh persentase sebesar 91,66%.

Berikut persentase penilaian pengampu mata pelajaran fisika disajikan dalam bentuk grafik:



Gambar 4.5 Hasil Penilaian Pendidik

Gambar 4.5 menunjukkan diagram penilaian respon tenaga pendidik pada alat peraga dengan menunjukkan tujuh warna yakni hijau, coklat, orange, ungu, kuning, biru, dan merah. Warna hijau menjelaskan keakuratan alat peraga dengan bahan ajar persentase sebesar 100%. Warna coklat menjelaskan nilai pendidikan dengan persentase sebesar 97,34%. Warna orange menjelaskan aspek efisiensi alat peraga persentase sebesar 91,66%. Warna ungu menjelaskan aspek keakuratan alat peraga dengan persentase sebesar 91,12%. Warna kuning menjelaskan aspek estetika dengan persentase sebesar 88,8%. Warna biru menjelaskan aspek ketahanan alat dengan persentase sebesar 100%. Warna merah menjelaskan aspek keamanan bagi peserta didik dengan persentase sebesar 91,66%. Rata-rata penilaian dari

ketujuh aspek yang berturut-turut 100% , 97,34%, 91,66%, 91,12%, 88,8%, 100%, dan 91,66% dibagi dengan jumlah aspek yakni 7 aspek tersebut sebesar 94,37% dengan kategori sangat layak dan mendapatkan respon positif.

Persentase pada tabel 4.4 menyatakan bahwa hasil validasi sangat layak jika 81% – 100%, dikatakan layak jika 61% – 80%, cukup layak jika 41% – 60%, tidak layak jika 21% – 40%, sangat tidak layak jika 0% – 20%, dan apabila persentase $\geq 80\%$ berarti memberikan respon positif terhadap aspek yang ditanyakan.

2. Respon Peserta Didik

a. Uji Coba Perorangan

Uji coba perorangan dilakukan kepada 9 peserta didik yang telah mempelajari mata pelajaran fisika khususnya materi suhu dan kalor di SMK 1 Pagar Dewa, SMK Negeri 1 Kebun Tebu dan SMK Miftahul Ulum. Hasil rekapitulasi angket uji coba perorangan dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 4.5 Tabel Hasil Uji Coba Perorangan

No	Aspek Penilaian	Σ Perorangan
1	Penampilan fisik alat peraga	39
2	Motivasi belajar dan pemahaman konsep materi suhu dan kalor dengan media alat peraga	250
3	Pengoperasian dan kinerja alat peraga	106
4	Kualitas alat peraga	145
Jumlah skor total		540
Skor maksimal		675
Persentase		80%
Kriteria		Sangat Layak

Berdasarkan hasil uji coba perorangan yang dilakukan di SMK 1 Pagar Dewa, SMK Negeri 1 Kebun Tebu dan SMK Miftahul Ulum dengan 9 peserta didik hasil yang diperoleh dari uji coba perorangan yaitu jumlah skor total 540 dari jumlah skor maksimal 675. Data tersebut dipresentasikan dan memperoleh persentase 80%. Sehingga mesin penetas telur sebagai aplikasi materi suhu dan kalor memenuhi kriteria sangat layak dan mendapatkan respon positif. Persentase menyatakan bahwa hasil uji coba sangat layak jika 81% – 100%, dikatakan layak jika 61% – 80%, cukup layak jika 41% – 60%, tidak layak jika 21% – 40%, sangat tidak layak jika 0% – 20%, dan apabila persentase $\geq 80\%$ berarti memberikan respon positif terhadap aspek yang ditanyakan.

b. Uji Coba Kelompok Kecil

Uji coba kelompok kecil dilakukan dengan peserta didik yang telah mempelajari mata pelajaran fisika khususnya materi suhu dan kalor di SMK 1 Pagar Dewa, SMK Negeri 1 Kebun Tebu dan SMK Miftahul Ulum. Berdasarkan hasil uji coba kelompok kecil yang dilakukan di SMK 1 Pagar Dewa, SMK Negeri 1 Kebun Tebu dan SMK Miftahul Ulum dengan 21 peserta didik hasil yang diperoleh dari uji coba kelompok kecil yaitu jumlah skor total 1.264 dari jumlah skor maksimal 1.575. Data tersebut dipresentasikan dan memperoleh persentase 80,25%. Sehingga mesin penetas telur sebagai aplikasi materi suhu dan kalor memenuhi kriteria sangat layak

dan mendapatkan respon positif. Persentase menyatakan bahwa hasil uji coba sangat layak jika 81% – 100%, dikatakan layak jika 61% – 80%, cukup layak jika 41% – 60%, tidak layak jika 21% – 40%, sangat tidak layak jika 0% – 20%, dan apabila persentase $\geq 80\%$ berarti memberikan respon positif terhadap aspek yang ditanyakan. Hasil rekapitulasi angket uji coba kelompok kecil dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 4.6 Tabel Hasil Uji Coba Kelompok Kecil

No	Aspek Penilaian	Σ Kecil
1	Penampilan fisik alat peraga	83
2	Motivasi belajar dan pemahaman konsep materi suhu dan kalor dengan media alat peraga	589
3	Pengoperasian dan kinerja alat peraga	251
4	Kualitas alat peraga	341
Jumlah skor total		1.264
Skor maksimal		1.575
Persentase		80,25%
Kriteria		Sangat Layak

c. Uji Coba Lapangan

Uji coba lapangan dilakukan dengan peserta didik yang telah mempelajari mata pelajaran fisika khususnya materi suhu dan kalor di SMK 1 Pagar Dewa, SMK Negeri 1 Kebun Tebu dan SMK Miftahul Ulum. Berdasarkan hasil uji coba lapangan yang dilakukan di SMK 1 Pagar Dewa, SMK Negeri 1 Kebun Tebu dan SMK Miftahul Ulum dengan 90 peserta didik hasil yang diperoleh dari uji coba lapangan yaitu 6.329 jumlah skor total dari jumlah skor maksimal 6.750. Data tersebut

dipresentasikan dan memperoleh persentase 93,76%. Sehingga mesin penetas telur sebagai aplikasi materi suhu dan kalor memenuhi kriteria sangat layak dan mendapatkan respon positif. Persentase menyatakan bahwa hasil uji coba sangat layak jika 81% – 100%, dikatakan layak jika 61% – 80%, cukup layak jika 41% – 60%, tidak layak jika 21% – 40%, sangat tidak layak jika 0% – 20%, dan apabila persentase $\geq 80\%$ berarti memberikan respon positif terhadap aspek yang ditanyakan. Hasil rekapitulasi angket uji coba lapangan dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 4.7 Tabel Hasil Uji Coba Lapangan

No	Aspek Penilaian	Σ Lapangan
1	Penampilan fisik alat peraga	419
2	Motivasi belajar dan pemahaman konsep materi suhu dan kalor dengan media alat peraga	2.964
3	Pengoperasian dan kinerja alat peraga	1.250
4	Kualitas alat peraga	1.696
Jumlah skor total		6.329
Skor maksimal		6.750
Persentase		93,76%
Kriteria		Sangat Layak

C. Pembahasan

Tahapan awal yang dilakukan dalam perancangan produk awal adalah melakukan observasi ke Sekolah-sekolah. Hasil dari observasi yang dilakukan diketahui bahwa penggunaan alat peraga dalam pembelajaran belum maksimal dan

alat peraga dibutuhkan dalam pembelajaran. Langkah awal yang dilakukan dalam pembuatan alat peraga mesin penetas telur diawali dengan mengumpulkan alat dan bahan. Selanjutnya alat dan bahan dirangkai menjadi sebuah alat peraga pembelajaran fisika berupa mesin penetas telur.

Produk tersebut diharapkan dapat menjadi dasar dalam mengembangkan alat peraga. Alat peraga merupakan salah satu media pembelajaran yang dapat digunakan pendidik dalam melaksanakan kegiatan pembelajaran dan peserta didik dapat lebih mudah memahami konsep pembelajaran dengan baik. Melalui pengembangan alat peraga mesin penetas telur ini diharapkan dapat membangun *generic skill* peserta didik khususnya SMK.

Produk yang telah dikembangkan kemudian divalidasi oleh tim validasi sebelum diuji coba lapangan. Validasi dilakukan oleh 3 validator ahli media dan 3 validator ahli materi.

1. Hasil Validasi Produk oleh Ahli Media

Hasil validasi oleh ahli media mencakup 5 aspek yakni efisiensi alat peraga, keakuratan alat, estetika, ketahanan alat, dan keamanan bagi peserta didik. Hasil penilaian ahli media mendapatkan nilai rata-rata sebesar 4,2 dengan kriteria kelayakan “sangat layak” yakni sebesar 83,44%.

2. Hasil Validasi Produk Ahli Materi

Hasil validasi oleh ahli materi mencakup 3 aspek yakni keterkaitan dengan bahan ajar, nilai pendidikan, dan konten isi fisika. Hasil penilaian dari 3 ahli materi mendapatkan nilai rata-rata sebesar 4,33 dengan persentase kelayakan”

sangat layak” sebesar 86,64%. Hal ini berarti alat peraga sudah sesuai dengan materi pembelajaran dan layak digunakan dalam pembelajaran.

3. Uji Coba Produk

Uji coba dilakukan untuk mengetahui respon tenaga pendidik dan peserta didik. Uji coba ini diawali dengan mendemonstrasikan alat peraga tersebut kemudian memaparkan kaitannya dengan pokok bahasan suhu dan kalor, selanjutnya pendidik dan peserta didik dimohon untuk mengisi angket pendidik dan peserta didik terhadap alat peraga. Angket pendidik terdiri dari 7 aspek yang dinilai yaitu keterkaitan alat peraga dengan bahan ajar, nilai pendidikan, efisiensi alat peraga, estetika, ketahanan alat, dan keamanan bagi peserta didik. Uji coba kepada tenaga pendidik di SMK 1 Pagar Dewa, SMK Negeri 1 Kebun Tebu dan SMK Miftahul Ulum mendapatkan nilai rata-rata 4,71 dengan kriteria kelayakan sangat layak yakni 94,37% yang berarti memberikan respon positif terhadap alat peraga yang dikembangkan.

Angket peserta didik terdiri dari 4 aspek penilaian yakni penampilan fisik alat peraga, motivasi belajar dan konsep materi suhu dan kalor dengan media alat peraga, pengoperasian dan kinerja alat peraga dan kualitas alat peraga. Pada uji coba perorangan dengan jumlah 9 peserta didik yang dilakukan di SMK 1 Pagar Dewa, SMK Negeri 1 Kebun Tebu dan SMK Miftahul Ulum mendapatkan persentase sebesar 80% dengan kriteria layak yang berarti memberikan respon positif terhadap alat peraga yang dikembangkan. Pada uji coba kelompok kecil dengan jumlah 21 peserta didik yang dilakukan di SMK 1 Pagar Dewa, SMK Negeri 1 Kebun Tebu dan SMK Miftahul Ulum

mendapatkan persentase sebesar 80,25% dengan kriteria sangat layak yang berarti memberikan respon positif terhadap alat peraga yang dikembangkan.

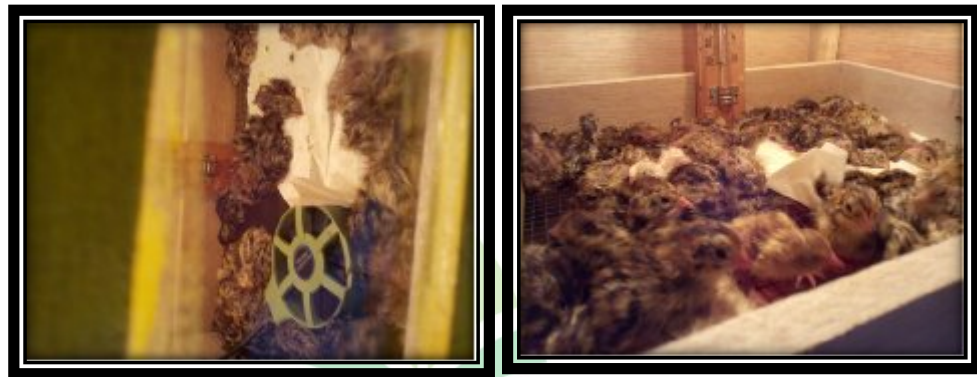
Pada uji coba lapangan dengan jumlah 90 peserta didik yang dilakukan di SMK 1 Pagar Dewa, SMK Negeri 1 Kebun Tebu dan SMK Miftahul Ulum mendapatkan persentase sebesar 93,76% dengan kriteria sangat layak yang berarti memberikan respon positif terhadap alat peraga yang dikembangkan.

4. Hasil Percobaan Penggunaan

Peneliti melakukan percobaan penggunaan mesin penetas telur sebagai aplikasi materi suhu dan kalor, dalam percobaan ini inkubator harus dikalibrasi dan harus diperhatikan dalam penetasan telurnya ada 5 hal yang harus diperhatikan yaitu Suhu, kelembaban, ventilasi, pemutar telur, dan kebersihan (temperatur), suhu berpengaruh dalam proses penetasan karena menyesuaikan keadaan indukan saat pengeraman, kelembaban adalah salah satu kebutuhan untuk menaikkan suhu ruangan mesin penetas telur yang mana kelembaban tersebut dibutuhkan bak yang sudah diisi dengan air ketika proses penetasan berlangsung, ventilasi berguna untuk membuka ruangan mesin penetas telur agar udara didalam mesin penetas bisa teratur, pemutar telur berguna untuk menggerakkan telur agar telur yang vertil dapat menjadi embrio yang nantinya akan menetas, dan kebersihan sangatlah penting karena didalam mesin penetas telur bila terdapat kotoran akan menimbulkan bakteri yang dapat merusak perkembangan telur ketika penetasan dan akibatnya telur tidak bisa menetas.

Peneliti melakukan percobaan dengan menetasakan 11 telur puyuh. Burung puyuh umumnya menetas selama 18 hari dibandingkan dengan telur unggas lainnya yang membutuhkan waktu 21 hari – 34 hari. Karena keterbatasan waktu yang dimiliki peneliti, maka peneliti memilih telur puyuh untuk percobaan penggunaan alat mesin tetas yang dikembangkan. Selama percobaan berlangsung di hari yang pertama setelah telur dimasukan ke dalam inkubator, maka hari ke 2, 3, 4, dan ke 5 pintu mesin penetas telur tersebut dan lubang ventilasi harus dalam keadaan tertutup guna menjadikan telur tersebut memiliki embrio yang dipastikan hidup. Dihari yang ke 6 pintu dapat dibuka dan lubang ventilasi dibuka seperempat bagian, hari ke 7 dilakukan peneropongan untuk menyortir telur mana yang akan menetas dan tidak menetas. Hari ke 8, 9, 10, 11, dan 12 telur telur puyuh tersebut dibolak balik dengan cara manual dan semi manual kombinasi otomatis dengan rentan waktu di pagi hari jam 06:00, di siang hari jam 12:00 dan dijam 21.00 malam, peneliti memutar telur 3x dalam satu hari supaya didapatkan hasil yang maksimal catatan: untuk pembalikan umumnya bisa dilakukan 2x, 3x ataupun lebih setelah hari ke 12, dan untuk hari ke 13 inkubator mesin penetas telur ditutup kembali, cara menutupnya sama halnya dengan cara pada hari pertama ke 2,3,4 dan ke 5 termasuk menutup lubang ventilasi, agar keadaan suhu dan kelembapan yang ada di dalam inkubator dapat stabil namun telur puyuh dapat menetas 3 hari lebih cepat karena dihari ke 15 telur-telur burung puyuh tersebut sudah menetas dengan tingkat keberhasilan 100%. Dengan ini keunggulan mesin penetas yang

peneliti buat memiliki perbedaan dari yang lain terutama pada rentan waktu yang dibutuhkan burung puyuh indukan mengerami dengan 18 hari dan dengan adanya mesin penetas telur ini dapat menetas lebih cepat hanya dengan 15 hari, hal ini dikarenakan faktor suhu dan kelembapan yang dijaga kestabilannya.



Gambar 4.6 Hasil Percobaan Penggunaan



BAB V

KESIMPULAN, IMPLIKASI DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pengembangan mesin penetas telur sebagai aplikasi materi suhu dan kalor yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Produk penelitian ini berupa mesin penetas telur sebagai aplikasi materi suhu dan kalor. Langkah penelitian dan pengembangan ini menggunakan model ADDIE (*analysis, design, develop, implemetation, dan evaluation*)
2. Kelayakan mesin penetas telur sebagai aplikasi materi suhu dan kalor menurut para ahli yaitu sangat layak. Hasil validasi ahli media mendapatkan persentase skor rata-rata 83,44% dan oleh ahli materi mendapatkan persentase skor rata-rata 86,64%. Seluruh hasil rekapitulasi angket pada tahap validasi produk memiliki kriteria sangat layak.
3. Pendidik dan peserta didik memberikan respon positif terhadap mesin penetas telur sebagai aplikasi materi suhu dan kalor. Hasil persentase skor rata-rata tenaga pendidik sebesar 94,37%, hasil uji coba perorangan diperoleh skor rata-rata sebesar 80%, hasil uji coba kelompok kecil diperoleh skor rata-rata sebesar 80,25%, dan hasil uji coba lapangan diperoleh persentase skor rata-rata sebesar 93,76%.

B. Implikasi

1. Jika ada peningkatan kualitas pembelajaran menggunakan alat peraga maka dibutuhkan sebuah alat peraga pembelajaran fisika yang dianggap tepat.
2. Jika dibutuhkan alat peraga yang dapat mempermudah proses pembelajaran dan melatih *generic skill* peserta didik, maka perlu dikembangkan alat peraga berupa mesin penetas telur yang layak digunakan.

C. Saran

Berdasarkan hasil penelitian dan pengembangan mesin penetas telur sebagai aplikasi materi suhu dan kalor, maka diajukan saran dari peneliti sebagai berikut:

1. **Bagi Masyarakat**, sebaiknya alat peraga mesin penetas telur ini diperbanyak guna meningkatkan kualitas dalam meningkatkan peternakan.
2. **Kepada Pendidik**, mesin penetas telur sebagai aplikasi materi suhu dan kalor diharapkan dapat digunakan dalam proses pembelajaran.
3. **Kepada Peneliti Selanjutnya**, membuat mesin penetas telur dengan ukuran yang lebih besar, dan sebaiknya sumber panas tidak hanya menggunakan lampu pijar dan listrik PLN bisa digantikan dengan kompor gas.

DAFTAR PUSTAKA

- Arikunto, Suharsimi. *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktik*. Jakarta: Bumi Aksara, 2013.
- Arikunto, Suharsimi. *Dasar-dasar Evaluasi Pendidikan*. Jakarta: Bumi Aksara, 2010.
- Asyhari, Ardian dan Silvia, Helda. “Pengembangan Media Pembelajaran Berupa Buletin dalam Bentuk Buku Saku untuk Pembelajaran IPA Terpadu” *Jurnal Ilmiah Pendidikan Fisika ‘Al-Biruni’* (2016) <http://ejournal.radenintan.ac.id/index.php/al-biruni/index> (diakses 15 Februari 2017).
- Departemen Agama RI. *Al-Hikmah Al-Qur'an dan Terjemahnya*. Bandung: Diponegoro, 2010.
- Fadhila, Erwin dan Hendi H. Rachmat, “Pengendalian Suhu Berbasis Mikrokontroler pada Ruang Penetas Telur” . *Jurnal Teknik Elektro Institut Teknologi Nasional Bandung* (2014), <http://ejournal.itenas.ac.id/indek.php/rekaelkomika/article/viewFile/703/894/> (diakses 15 Januari 2017).
- Freedman, Young. *Fisika Universitas Edisi Kesepuluh Jilid 1*. Jakarta: Erlangga, 2002.
- Giancoli, Dauglas C. *Fisika Edisi Kelima Jilid 1*. Jakarta: Erlangga, 2001.
- Hadi, Miarso Yusuf. *Menyemai Benih Teknologi Pendidikan Edisi Kedua*. Jakarta: Prenadamedia Group, 2004.
- Hermawan, Rudi *Rahasia Membuat Mesin Tetas Berkualitas*, Yogyakarta: Pustaka Baru.
- Indra Wijaya, Erhan. “ Rancangan Mesin Penetas Telur Bebek Kapasitas 96 Telur (*Fabrication of Incubator Duck Egg 96 Egg Capacity*). Diss. III Teknik Mesin Fakultas Teknik, 2010. http://eprints.undip.ac.id/26327/1/Mesin_Penetas_Telur_Bebek.pdf (diakses 09 April 2017).
- Latifah, Sri, “Pengembangan Modul IPA Terpadu Terintegrasi Ayat-ayat Al-Qur'an pada Materi Air Sebagai Sumber Kehidupan”, *Journal Ilmiah Pendidikan Fisika Al-Biruni Vol 4 No. 2* (2015)

<http://ejournal.radenintan.ac.id/index.php/al-biruni/article/view/1060/877>
(diakses 20 Februari 2017).

Lis Permana S, dan Sukardjo. *Penilaian Hasil Belajar Kimia*. Yogyakarta: Universitas Negeri Yogyakarta, 2008.

Margono, *Metodologi Penelitian Pendidikan*. Jakarta: Rineka Cipta, 2010.

Munadhi, Yudhi. *Media Pembelajaran*. Jakarta: Referensi, 2013.

Murdaka, Bambang & Tri Kuntoro. *Fisika Dasar untuk Mahasiswa Ilmu-ilmu Eksakta dan Teknik*, Yogyakarta: Salemba Teknik, 2008.

Noordyah, “*Metode Penelitian Pendidikan*”, <https://noordyah.wordpress.com/tugas-kuliah/langkah-langkah-penelitian-dan-pengembangan/> (diakses 09 April 2017).

Nurchayyo, Heru dan Captono, “Penerapan Teknologi Mesin Penetas Telur dari Barang Bekas Sebagai Sumber Belajar dan Upaya Meningkatkan Kesejahteraan Siswa Sekolah Dasar di Kelurahan Pleret, Bantul” https://repository.usd.ac.id/3327/2/121134065_full.pdf. (diakses 10 Mei 2017).

Nurhadi, Imam, dan Eru Puspita, “Rancangan Bangun Mesin Penetas Telur Otomatis Berbasis Mikrokontroler ATMEGA8 Menggunakan SHT 11” <http://biosmart.mipa.uns.ac.id/index.php/biosmart/article/viewFile/167/128>. (diakses 02 Mei 2017).

Nur Wahidah, “Perempuan dalam Perkembangan Ilmu Pengetahuan dan Teknologi.” <http://4.ejournal.uin-malang.ac.id/index.php/egalita/article/view/1912/>, (diakses 9 April 2017)

Pramesty, Rosalina Indah. “Pengembangan Alat Peraga Fluida Statis Sebagai Media Pembelajaran pada Sub Materi Fluida Statis di Kelas XI IPA SMA Negeri 1 Mojokerto, Mojokerto.” *Jurnal Inovasi Pendidikan Fisika* h. 2 Vol. 02 No. 03 Tahun 2013.

Prasetyo, Andjar, dan Anugrah Yuka Asmara. “Implementasi Program Pelatihan Pemberdayaan Perempuan berbasis Ilmu Pengetahuan dan Teknologi (IMTEK).” *JIANA (Jurnal Ilmu Administrasi)*, Vol.12 (2), spring 2013 <http://download.portalgaruda.org/article=129525&val=2287kl> (diakses 09 April 2017).

- Sadiman, Arief S, dkk *Media Pendidikan*. (Jakarta: Rajagrafindo Persada), 2012.
- Salma, Prawiradilagal. Dewi, dkk. *Mozaik Teknologi Pendidikan e-learning*. (Jakarta: Prenadamedia Group, 2013.
- Setyosari, Punaji, *Metode Penelitian Pendidikan dan Pengembangan*. Jakarta: Prenada Media Group, 2012.
- Sugiyono, *Metode Penelitian dan Pengembangan*. Bandung: Alfabeta, 2015.
- Sugiyono, *Metode Penelitian Pendidikan Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif dan R&D*. Bandung: Alfabeta, 2010.
- Suprpto, Tjahjono, A., Sunarno, E. (2010), "Rancangan Bangun Mesin Penetas Telur Ayam Berbasis Mikrokontroler dengan Fuzzy Logic Controller (*Software*)". http://digilib.its.ac.id/public/ITS-Nondegre-8175-7306030054_paper.pdf (diakses 09 Februari 2017).
- Suwarna, Iwan Permana. "Mengembangkan Keterampilan Generik pada Mata Kuliah IPBA." 2013 [http://www.repository.uinjkt.ac.id/dspace/bitstream/1234567889/23396/4/IWAN %Permana20Suwarna-FITK.pdf](http://www.repository.uinjkt.ac.id/dspace/bitstream/1234567889/23396/4/IWAN%20Permana20Suwarna-FITK.pdf) (diakses 09 April 2017).
- Undang-Undang No. 20 Tahun 2003 tentang Sistem Pendidikan Nasional. Online : kelembagaanrisetdikti.go.id/wpcontent/uploads/2016/08/UU_no_20_th_2003.pdf (diakses pada 21 Desember 2016).
- Wakhid, Abdul. *Membuat Sendiri Mesin Tetas Praktis*. Jakarta : Agromedia Pustaka, 2014.
- Yuberti, Pengembangan Media Pembelajaran Berbasis *Kvisoft Flipbook Maker* yang Merujuk Pada Nila-nilai Keislaman di Perguruan Tinggi Negeri Lampung (Lampung: LP2M 2015) https://lp2m.radenintan.ac.id/templates/loko hijau/penelitian/download/2015_YubertiPengembangan%20Mendia%20Pembelajaran.pdf (diakses 20 Februari 2017).

LAMPIRAN

